

Japanese Kokai Patent Application No. P2008-251173A

---

Job No.: 228-119979

Ref.: Japanese Patent No. 2008-251173/PU020299 JP/BJD(Joan)/Order No. 8538

Translated from Japanese by the McElroy Translation Company

800-531-9977

[customerservice@mcelroytranslation.com](mailto:customerservice@mcelroytranslation.com)

JAPANESE PATENT OFFICE  
PATENT JOURNAL (A)  
KOKAI PATENT APPLICATION NO. P2008-251173A

Int. Cl.:	G 11 B 7/0045 (2006.01) G 11 B 7/125 (2006.01)
Filing No.:	P2008-188972
Filing Date:	July 22, 2008
Publication Date:	October 16, 2008
Priority	
Date:	April 28, 2006
Country:	JP
No.:	P2006-127063
Division of:	Japanese Patent Application No. P2007-3859
No. of Claims:	13 (Total of 29 pages; OL)
Examination Request:	Not filed

RECORDING/REPRODUCTION DEVICE, INFORMATION RECORDING MEDIUM AND  
REPRODUCTION DEVICE

Inventors:	Yoshihisa Adachi Sharp Corp. 22-22 Nagaike-cho, Abeno-ku, Osaka-shi, Osaka-fu
	Shigemi Maeda Sharp Corp. 22-22 Nagaike-cho, Abeno-ku, Osaka-shi, Osaka-fu
	Atsushi Etoh Sharp Corp. 22-22 Nagaike-cho, Abeno-ku, Osaka-shi, Osaka-fu

Applicant: 000005049  
Sharp Corp.  
22-22 Nagaike-cho, Abeno-ku,  
Osaka-shi, Osaka-fu

Agent: 110000338  
Hara Kenzo International Patent  
Service

[There are no amendments to this patent.]

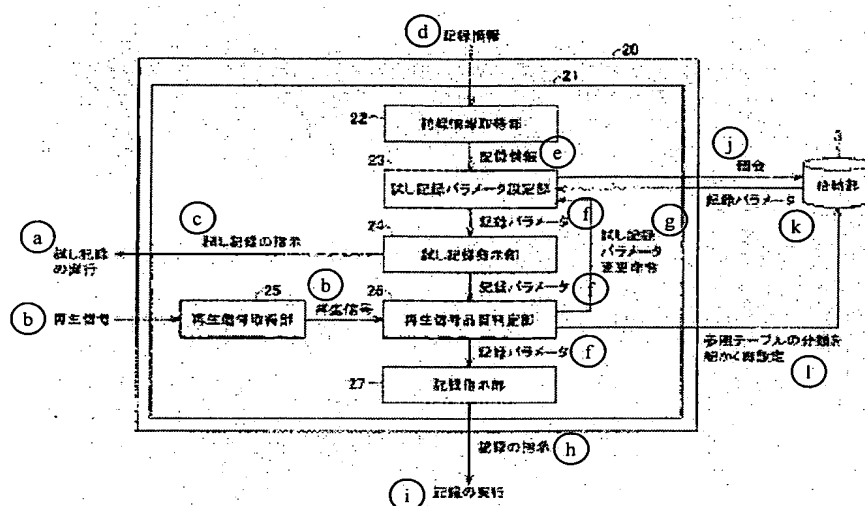
Abstract

Problem

To form a recording mark that can obtain good reproduction signal quality with high reliability while limiting the number of recording parameters in use.

Means to solve

The pulse sequence is for forming recording marks from a first prescribed recording mark length to the maximum recording mark length, and it contains a head portion containing a head pulse, a tail portion containing a tail pulse and a cooling period, and an intermediate portion consisting of the intermediate period, that is, the period between the head portion and the tail portion; the pulse sequence is for forming recording marks ranging from a recording mark length shorter than the first prescribed recording mark length to the minimum recording mark length, and it contains a head portion containing a head pulse and a tail portion containing a cooling period but no tail pulse; marks in the first recording parameter group have recording mark lengths ranging from a first prescribed recording mark length to the maximum recording mark length, yet they are classified in the same group; marks in the second recording parameter group have recording mark lengths ranging from a second prescribed recording mark length to the maximum recording mark length, yet they are classified in the same group; here, the second prescribed recording mark length is longer than said first prescribed recording mark length.



- Key:
- a Execution of test recording
  - b Reproduction signal
  - c Instruction for test recording
  - d Recording information
  - e Recording information
  - f Recording parameters
  - g Test recording parameter change command
  - h Recording instruction
  - i Execution of recording
  - j Notification
  - k Recording parameters
  - l Finer resetting of classifications of reference table
  - 3 Storage part
  - 22 Recording information acquisition part
  - 23 Test recording parameter setting part
  - 24 Test recording instruction part
  - 25 Reproduction signal acquisition part
  - 26 Reproduction signal quality judgment part
  - 27 Recording instruction part

### Claims

1. A recording/reproduction device characterized by the following facts:

the recording/reproduction device is for the following operation: from an information recording medium, which has the recording parameters for a pulse sequence for forming recording marks corresponding to the recording information formed at a prescribed region, said recording parameters are read and a recording operation is performed; in this recording/reproduction device,

the pulse sequence for forming the recording marks with recording mark lengths ranging from a first prescribed recording mark length to a maximum recording mark length contains a head portion containing a head pulse, a tail portion containing a tail pulse and a cooling period, and an intermediate portion consisting of the intermediate period between said head portion and said tail portion;

the pulse sequence for forming the recording marks with recording mark lengths ranging from a recording mark length shorter than said first prescribed recording mark length to a minimum recording mark length contains a head portion containing the head pulse and a tail portion containing the cooling period but no tail pulse;

said recording parameters include

a first recording parameter group comprising the recording parameters for said head portion for controlling heat at the front edge of said recording marks,

and a second recording parameter group comprising the recording parameters for said tail portion for controlling heat at the rear edge of said recording marks;

those in said first recording parameter group are classified according to at least the recording mark length in said recording information, and at the same time, recording marks with recording mark lengths ranging from the first prescribed recording mark length to the maximum recording mark length are classified in the same group;

those in said second recording parameter group are classified according to at least the recording mark length in said recording information, and, at the same time recording mark lengths ranging from a second prescribed recording mark length to the maximum recording mark length are classified in the same group;

and said second prescribed recording mark length is longer than said first prescribed recording mark length.

2. The recording/reproduction device described in Claim 1, characterized by the fact that classification for recording mark lengths of said second recording parameter group longer than the first prescribed recording mark length is performed for said first prescribed recording mark length and for recording mark lengths other than said first prescribed recording mark length.

3. The recording/reproduction device described in Claim 2, characterized by the fact that classification for recording mark lengths of said second recording parameter group longer than the first prescribed recording mark length is performed for said first prescribed recording mark length and for recording mark lengths other than said first prescribed recording mark length, and the recording parameter for the recording mark lengths other than said first prescribed recording mark length is set at a value different from the recording parameter for said first prescribed recording mark length.

4. The recording/reproduction device described in Claim 3, characterized by the fact that the recording parameter for said tail portion contained in said second recording parameter group is the tail falling position of the pulse sequence for forming said recording mark, and the tail falling position of the pulse sequence that forms a recording mark with a recording mark length other than said first prescribed recording mark length is set such that it is relatively shifted along the time axis, in the direction opposite the time progression direction, with reference to the falling position of the recording information according to the recording mark length with respect to the tail falling position of the pulse sequence for forming the recording mark with said first prescribed recording mark length.

5. The recording/reproduction device described in Claim 1, characterized by the fact that the recording parameter of said tail portion contained in said second recording parameter group is the tail falling position of the pulse sequence for forming said recording marks.

6. The recording/reproduction device described in Claim 1, characterized by the fact that the recording parameter of said tail portion contained in said second recording parameter group is the width of the tail pulse of the pulse sequence for forming said recording marks.

7. The recording/reproduction device described in Claim 1, characterized by the fact that the recording parameter of said tail portion contained in said second recording parameter group is the cooling end position of the cooling period of the pulse sequence for forming said recording marks.

8. The recording/reproduction device described in Claim 1, characterized by the fact that the recording parameter of said tail portion contained in said second recording parameter group is the cooling start position where the cooling period of the pulse sequence for forming said recording marks starts.

9. The recording/reproduction device described in any of Claims 1-8, characterized by the fact that the recording parameter of said head portion contained in said first recording parameter group is the head rising position of the pulse sequence for forming said recording marks.

10. The recording/reproduction device described in any of Claims 1-9, characterized by the fact that the recording parameter of said head portion contained in said first recording

parameter group is the width of the head pulse of the pulse sequence for forming said recording marks.

11. The recording/reproduction device described in any of Claims 1-10, characterized by the fact that said first prescribed recording mark length is  $4T$  or longer.

12. An information recording medium characterized by the fact that the recording parameters read by the recording/reproduction device described in any of Claims 1-11 are recorded in the user region.

13. A reproduction device for reproducing the information recording medium described in Claim 12.

#### Detailed explanation of the invention

Technical field

[0001]

The present invention pertains to a recording/reproduction device for performing information recording/reproduction, as well as an information recording medium and a reproduction device.

Prior art

[0002]

In the prior art there are the recording/reproduction devices using information recording media (such as optical disks) for recording large quantities of data, and the technology for recording the information makes use of changes in the physical characteristics of the medium when a laser beam is focused on the information recording medium to heat it. The binary digital data are recorded on said information recording medium by means of two states, that is the state in which a recording mark is formed on the information recording medium (hereinafter to be referred to as a "mark") and the state in which the recording mark is not formed (hereinafter to be referred to as a "space"), or by means of the lengths of said two states. Here, said digital data are called recording information. When the recording information is actually recorded on the information recording medium, recording marks are formed on the information recording medium by changing the laser beam using recording parameters established according to the recorded recording information and the recording information is thus recorded.

[0003]

In recent years, to handle increased data capacities, recording speeds have been made higher by shortening the processing time of the recording/reproduction device. For an information recording medium that allows high-speed recording, it is preferred that low-speed

recording be allowable for downward compatibility. Consequently, heat can easily accumulate in the quest to increase recording sensitivity. Said heat accumulation causes distortion in the recording marks, and the reproduction signal quality may be degraded. It is therefore important to control heating when forming recording marks using information recording media that allow high-speed recording.

[0004]

One technology for controlling heating when forming recording marks involves a write strategy as the high technology means of controlling the laser output. In said write strategy, by performing laser output control according to the aforementioned recording parameters, the heat used for forming the recording marks is controlled. Consequently, the more recording parameters there are, the more complicated the operation becomes for controlling the heat for forming the recording marks. Also, when the recording parameters are recorded as a reference table on the information recording medium and are then read by the recording/reproduction device, the processing time for reading the reference table information in the recording/reproduction device increases if the number of the recording parameters is increased, and the time until recording starts increases. Consequently, it is preferred that the number of recording parameters in use be as small as possible.

[0005]

For example, Patent Reference 1 provides a method of recording on optical disks, characterized by the fact that it has a reference table defining the recording parameters, and the table is used as a reference in controlling the heat for forming the recording marks.

[0006]

More specifically, in the scheme described in Patent Reference 1, the recording parameters for the head pulse for controlling heat at the front edge where recording mark formation starts, include classification of the preceding space lengths of the recording marks into four types, that is, 2T, 3T, 4T, and 5T or longer, and the recording mark lengths are classified into three types, that is, 2T, 3T, and 4T or longer (see Figures 17). Also, the recording parameters for the tail pulse for controlling heat at the rear edge where recording mark formation ends include classification of the post-space lengths of the recording marks into four types, that is, 2T, 3T, 4T and 5T or longer, and classification of the recording mark lengths into two types, that is, 3T and 4T or longer (see Figures 18). That is, according to Patent Reference 1, mark lengths classified as 4T or longer in the reference table are classified in the same group. As a result, the number of recording parameters is reduced, and heat for forming the front edge and



rear edge of the recording marks is under control. Here,  $T$  represents the time for one clock cycle. Consequently, a  $2T$  mark length has a recording region, that is, the region where the recording mark of "1" is formed, of 2 clock cycles, and a  $2T$  space length represents a region that has a duration of 2 clock cycles where no recording mark is formed.

#### Patent Reference 1

Japanese Kokai Patent Application No. 2005-92942 (published on April 7, 2005)

#### Disclosure of the invention

##### Problems to be solved by the invention

[0007]

With future progress in increasing recording speeds, efforts will be made to further increase recording sensitivity in forming recording marks on information recording media. When a laser beam is used to form the recording marks, the heat distribution deviates at the rear edge of the recording mark where recording mark formation ends, so that in conjunction with an increased recording speed comes a more significant tendency for heat to accumulate at the rear edge. Consequently, there is a need to more precisely control heat at the rear edge according to the recording parameters.

[0008]

According to the scheme described in Patent Reference 1, however, the classification of recording parameters for performing heat control at the front edge where recording mark formation starts and the classification of recording parameters for performing heat control at the rear edge, which requires stricter control, are set the same. That is, a reference table is used having the same classification for recording mark lengths of  $4T$  or longer. Also, in order to reduce the number of recording parameters in the reference table that defines the recording parameters, there is no specific indication of the basis for classification of the recording mark length and the preceding and succeeding space lengths. Consequently, although the number of the recording parameters is reduced, when recording marks are actually read there is no guarantee that a high reproduction signal quality can be obtained (no guarantee that the prescribed reproduction signal quality is achieved). This is undesirable.

[0009]

The objective of the present invention is to solve the aforementioned problems of the prior art by providing a recording/reproduction device, an information recording medium and a reproduction device characterized by the fact that recording marks can be formed that yield good

reproduction signal quality with high reliability, while limiting the number of recording parameters in use.

Means to solve the problems

[0010]

In order to solve the aforementioned problem, the present invention provides a recording/reproduction device characterized by the following facts: the recording/reproduction device is for the following operation: from an information recording medium, which has the recording parameters for a pulse sequence for forming recording marks corresponding to the recording information formed at a prescribed region, said recording parameters are read and a recording operation is performed; in this recording/reproduction device, the pulse sequence for forming the recording marks with recording mark lengths ranging from a first prescribed recording mark length to a maximum recording mark length contains a head portion containing a head pulse, a tail portion containing a tail pulse and a cooling period, and an intermediate portion consisting of the intermediate period between said head portion and said tail portion; the pulse sequence for forming the recording marks with recording mark lengths ranging from a recording mark length shorter than said first prescribed recording mark length to a minimum recording mark length contains a head portion containing the head pulse and a tail portion containing the cooling period but no tail pulse; said recording parameters include a first recording parameter group comprising the recording parameters for said head portion for controlling heat at the front edge of said recording marks, and a second recording parameter group comprising the recording parameters for said tail portion for controlling heat at the rear edge among said recording marks; those in said first recording parameter group are classified according to at least the recording mark length among said recording information, and at the same time, recording marks with recording mark lengths ranging from the first prescribed recording mark length to the maximum recording mark length are classified in the same group; those in said second recording parameter group are classified according to at least the recording mark length in said recording information, and at same time, the recording mark lengths ranging from a second prescribed recording mark length to the maximum recording mark length are classified in the same group; and said second prescribed recording mark length is longer than said first prescribed recording mark length.

[0011]

In addition to said constitution, the recording/reproduction device of the present invention has the following feature: classification for those of said second recording parameter group longer than the first prescribed recording mark length is performed for said first prescribed

recording mark length and for recording mark lengths other than said first prescribed recording mark length.

[0012]

In addition to said constitution, the recording/reproduction device of the present invention has the following feature: classification for those of said second recording parameter group longer than the first prescribed recording mark length is performed for said first prescribed recording mark length and for recording mark lengths other than said first prescribed recording mark length, and the recording parameter of the recording mark length other than said first prescribed recording mark length may be set at a value different from the recording parameter for said first prescribed recording mark length.

[0013]

In addition to said constitution, the recording/reproduction device of the present invention has the following feature: the recording parameter for said tail portion contained in said second recording parameter group is the tail falling position of the pulse sequence for forming said recording mark, and the tail falling position of the pulse sequence that forms a recording mark with a recording mark length other than said first prescribed recording mark length is set such that it is relatively shifted along the time axis, in the direction opposite the time progression direction, with reference to the falling position of the recording information according to the recording mark length with respect to the tail falling position of the pulse sequence for forming the recording mark with said first prescribed recording mark length.

[0014]

In addition to said constitution, the recording/reproduction device of the present invention has the following feature: the recording parameter of said tail portion contained in said second recording parameter group is the tail falling position of the pulse sequence for forming said recording marks.

[0015]

In addition to said constitution, the recording/reproduction device of the present invention has the following feature: the recording parameter of said tail portion contained in said second recording parameter group is the width of the tail pulse of the pulse sequence for forming said recording marks.

[0016]

In addition to said constitution, the recording/reproduction device of the present invention has the following feature: the recording parameter of said tail portion contained in said second recording parameter group is the cooling end position of the cooling period of the pulse sequence for forming said recording marks.

[0017]

In addition to said constitution, the recording/reproduction device of the present invention has the following feature: the recording parameter of said tail portion contained in said second recording parameter group is the cooling start position where the cooling period of the pulse sequence for forming said recording marks starts.

[0018]

In addition to said constitution, the recording/reproduction device of the present invention has the following feature: the recording parameter of said head portion contained in said first recording parameter group is the head rising position of the pulse sequence for forming said recording marks.

[0019]

In addition to said constitution, the recording/reproduction device of the present invention has the following feature: the recording parameter of said head portion contained in said first recording parameter group is the width of the head pulse of the pulse sequence for forming said recording marks.

[0020]

In addition to said constitution, the recording/reproduction device of the present invention has the following feature: said first prescribed recording mark length is  $4T$  or longer.

[0021]

In addition to said constitution, the present invention provides an information recording medium characterized by the fact that the recording parameters read by the recording/reproduction device are recorded in the user region.

[0022]

In addition to said constitution, the present invention provides a reproduction device for reproducing the aforementioned information recording medium.

## Effects of the invention

[0023]

According to the present invention, the recording parameters are determined so that the prescribed reproduction signal quality is achieved while the number of classifications of the recording parameter group is increased. Consequently, it is possible to reduce the number of classifications of the recording parameter group once the recording parameters that can achieve the prescribed reproduction signal quality are determined. In addition, the recording parameters for controlling heat at least at the rear edge are determined so that the prescribed reproduction signal quality can be achieved. Consequently, the effect of heat at the rear edge can be compensated, and it is possible to form recording marks with high reproduction signal quality. Consequently, it is possible to form recording marks from which good reproduction signal quality is acquired with a high reliability, while limiting number of the recording parameters in use. This is the effect of the present invention.

## Optimum embodiment of the invention

[0024]

### Embodiment 1

In the following, an embodiment of the present invention will be explained with reference to Figures 1-16(b).

[0025]

First of all, an example of optical disk device (1) (recording/reproduction device) will be explained as the recording/reproduction device of the present embodiment. As shown in Figures 2, optical disk device (1) of the present invention has the following parts: optical head (11) (optical pickup), pickup (12), pickup driver (13), laser driver (14), reproduction circuit (15), and controller (20). Here, pickup driver (13), laser driver (14) and reproduction circuit (15) form recording/reproduction circuit group (10). Said optical disk device (1) is a device that performs information recording to and reproduction from optical disk (2). Also, optical disk (2) is not restricted as to the type of optical disk. For example, an opto-magnetic disk or the like can be used.

[0026]

First of all, optical head (11) has pickup (12). Said optical head (11) irradiates optical disk (2) with a light beam (laser beam) for information recording/reproduction, and at the same time it detects light reflected from optical disk (2), and sends the output to reproduction

circuit (15). Said pickup (12) is equipped in optical head (11) for recording/reproduction of data. It can move in the optical axis direction and the transverse direction of optical disk (2), that is, the radial direction.

[0027]

Then, under the control signal from controller (20), pickup driver (13) drives pickup (12). Here, pickup (12) is driven to move along the not-shown track of optical disk (2), that is, in said radial direction and said optical axis direction. In addition, laser driver (14) controls the output of the light beam irradiated from optical head (11). Then, reproduction circuit (15) converts the reflected light detected with optical head (11) to the reproduction signal, and the output is sent to controller (20).

[0028]

Said controller (20) is for setting the recording parameters of the recording marks as the information recorded on optical disk (2). Also, controller (20) drives pickup (12) to move via pickup driver (13), so that the light beam is irradiated from optical head (11) via laser driver (14). Here, the reproduction signal obtained by converting the reflected light detected with optical head (11) is received by reproduction circuit (15). Details of controller (20) will be explained later.

[0029]

In the following, optical disk (2) that has the information recorded on it by optical disk device (1) will be briefly explained with reference to Figures 3. As shown in Figures 3, optical disk (2) has setting region (41) and user region (42). Said setting region (41) is the region (portion) for performing test recording of the information, and user region (42) is the portion for recording the desired information of the user. Setting region (41) can also be the region for recording the reference table, to be explained later.

[0030]

Here, the position of setting region (41) is not restricted to the position shown in Figures 3. It may be present at any radial position of optical disk (2), and there may be plural such setting regions (41).

[0031]

In the following, the operations of recording of information on optical disk (2) using optical disk device (1) and of reproducing the information recorded on optical disk (2) using optical disk device (1) will be briefly described.

[0032]

When information is recorded on optical disk (2) with optical disk device (1), controller (20) first sets the recording parameters based on the recording information. Then, the recording light beam from optical head (11) irradiates setting region (41) of optical disk (2) so that the information is recorded on the tracks of setting region (41) of optical disk (2). Also, when information recorded on optical disk (2) is reproduced with optical disk device (1), control part (20) first causes pickup (12) to be driven, via pickup driver (13), to move to the recording portion of setting region (41) or user region (42) where the information is recorded on optical disk (2). Then, via laser driver (14), controller (20) causes the playback light beam from optical head (11) to irradiate the track of the recording portion where the information is recorded on optical disk (2). Reflected light detected by optical head (11) is converted by reproduction circuit (15) into a reproduction signal that is input to controller (20). As a result, said optical disk device (1) can reproduce the information recorded on the track of optical disk (2). Here, the recording information refers to the two states, namely the (mark) state where recording marks are formed on optical disk (2) and the (space) state without the formation of recording marks, or the lengths of said two states. These express the binary digital data recorded on optical disk (2) (information recording medium). Consequently, the recording information specifies the two states, that is, the (mark) state of recording marks are formed on optical disk (2) and the (space) state wherein recording marks are not formed, and the lengths of said two states.

[0033]

In the present embodiment, optical disk device (1) first performs recording (test recording) in setting region (41) of optical disk (2), and it sets the recording parameters by means of controller (20) based on the value of the reproduction signal obtained by reproduction of the test recording information. The information is then recorded on the various tracks of user region (42) according to the set recording parameters. Here, the recording operation on user region (42) after setting of the recording parameters of optical disk device (1) is the same as the conventionally known recording operation, so a detailed explanation will be omitted here. Setting of the recording parameters with controller (20) will be explained in detail later, in the explanation of controller (20).

[0034]

Before detailed explanation of controller (20) and of setting the recording parameters in controller (20), Figures 4 and 5 will be used to explain the recording parameters. In the following explanation, the modulation system will be assumed to be (1,7) RLL (Run Length Limited code) as an example. However, the present embodiment is not limited to said (1,7) RLL modulation system. The (1,7) RLL code refers to a code that restricts the minimum value and maximum value of the inversion interval in the magnetic and optical digital recording.

[0035]

As will be explained later in detail, in said (1,7) RLL modulation system, in the pulse sequence of recording pulses, while the shortest recording mark  $2T$  comprises a head portion and a tail portion, a recording mark longer than the shortest recording mark also has an intermediate portion between the head portion and the tail portion corresponding to the mark length. In other modulation systems, such as a system that starts with  $3T$  as the shortest recording mark length (for example, DVD-RW, etc.), the shortest recording mark comprises a head portion, an intermediate portion and a tail portion. Also, there is a constitution made of only the head portion (such as DVD-R, etc.). Here,  $T$  represents the time for one clock cycle. Consequently, for example, when the recording mark length is  $3T$ , it indicates that the recording mark is formed in the time corresponding to three clock cycles.

[0036]

As shown in Figures 4, the pulse sequence of recording pulses corresponding to the recording information is set on optical disk (2) taking into consideration the temperature distribution in the medium for performing the recording. Figure 4 shows an example in which the recording information has a recording mark length of  $5T$ . It shows the recording pulses corresponding to the recording information. The pulse sequence of recording pulses is represented as the time and power of the recording pulses. In Figures 4, the abscissa represents the irradiation time, and the ordinate in Figures 4 shows power of the recording pulses.

[0037]

As explained above, said pulse sequence comprises a head portion, a tail portion and an intermediate portion. As shown in Figures 4, here the head portion comprises the head rising position and the head pulse; the tail portion comprises the tail rising position, the cooling period and the cooling end position; and the intermediate portion comprises the intermediate period between the head pulse and the tail pulse. Also, as shown in Figures 4, said pulse sequence also consists of recording power, space power, intermediate power, and bias (cooling) power. In this



embodiment, said recording power, space power, intermediate power and bias (cooling) power that form the pulse sequence are called the recording power parameters. These recording power parameters are contained in said recording parameters. In Figures 4, it is shown that the recording pulses in the head portion and the tail portion have the same recording power. This is not restrictive, however. The head portion and tail portion can also have different recording powers. In Figures 4, it is shown that the power descends in the order of recording power, space power, intermediate power, and bias (cooling) power. This is not restrictive, however, it is preferred that the recording power of either the head portion or that of the tail portion be the highest, while the cooling power should be the lowest.

[0038]

Also, Figures 5 shows the pulse sequence and recording pulse parameters for forming the various recording marks with recording mark lengths ranging from  $2T$  to  $9T$ . In the example shown in Figures 5, the recording mark with a recording mark length of  $2T$  and the recording mark with a recording mark length of  $3T$  are each composed of a head pulse and a cooling period, while the recording marks with a recording mark length of  $4T$  or longer are composed of a head pulse, an intermediate period, a tail pulse, and a cooling period. In Figures 5,  $dT_{top}$  shows the head rising position as the pulse start position of the head portion;  $T_{top}$  represents the width of the head pulse;  $dTe$  represents the cooling end position where the cooling period of the tail portion ends,  $T_{lp}$  represents the width of the tail pulse, and  $dT_{lp}$  represents the falling position (tail falling position) of the tail pulse. Here, while  $dT_{lp}$  is the falling position of the tail pulse, it may also be taken as the cooling start position of the cooling period in the tail portion of the pulse sequence. Also, while  $dTe$  can be taken as the cooling end portion where the cooling period of the tail portion ends, it may also be taken as the start position of the period of irradiation with space power  $P_s$  that succeeds the cooling period. Said  $dT_{top}$ ,  $dTe$ , and  $dT_{lp}$  are respectively set as times from the reference timing of the clock.  $dT_{top}$  is set in time with reference to the rising position (the position from 0 to 1) of the recording information according to each recording mark length, and  $dTe$  and  $dT_{lp}$  are set in time with reference to the falling position (the position from 1 to 0) of the recording information according to each recording mark length. In this case, the same reference is used for all of the recording mark lengths. Also, in Figures 5,  $dT_{top}$  is set in time with reference to the rising position of the recording information. However, it can also be set with reference to a position shifted by a prescribed clock interval from the rising portion of the recording information. Similarly, in Figures 5,  $dTe$  and  $dT_{lp}$  are set in time with reference to the falling position of the recording information. However, they can also be set with reference to a position shifted by a prescribed clock interval from the falling position of the recording information, and setting may also be made such that the amounts of

shift of the reference position from the falling position of the recording information are  $dTe$  and  $dTlp$ , respectively. In the present embodiment,  $dTtop$ ,  $Ttop$ ,  $dTe$ ,  $Tlp$ , and  $dTlp$  that define the timing of the recording pulses are called recording pulse parameters. These recording pulse parameters are contained in the aforementioned recording parameters.

[0039]

In Figures 5, the width of the head pulse is set according to  $Ttop$ . However, a scheme can also be adopted in which the recording pulse parameter is set as the falling position of the head pulse, and this can represent the period of the head pulse. Similarly, the width of the tail pulse is set by means of  $Tlp$ . However, the period of the tail pulse also can be represented by setting the recording pulse parameter as the rising position of the tail pulse.

[0040]

By changing the value of the recording pulse parameters, it is possible to change the shape of the recording marks formed. With respect to  $dTtop$  and  $Ttop$  that form the head portion, in order to change the shape of the front edge as the position where recording mark formation starts, it is possible to control heat at the front edge by means of the parameters  $dTtop$  and  $Ttop$  among the recording pulse parameters. Also, with respect to  $dTe$ ,  $Tlp$ , and  $dTlp$  that form the tail portion, in order to change the shape of the rear edge as the position where recording mark formation ends, it is possible to control heat at the rear edge by means of the parameters  $dTe$ ,  $Tlp$ , and  $dTlp$ . In addition, when the intermediate power value among the recording power parameters changes, the accumulation of heat at the intermediate portion changes, so that the shape of the recording mark in the portion between the front edge and rear edge can be controlled by means of the intermediate power parameter among the recording power parameters.

[0041]

The recording parameter values comprising said recording power parameters and recording pulse parameters are recorded in setting region (41) in the form of a reference table (recording parameter group), and they are read by optical disk device (1) and are stored (recorded) in storage part (3). Here, said storage part (3) may be a memory or another information recording medium, server, etc. It may be provided in optical disk device (1), or arranged externally to be connectable to optical disk device (1). Details of the reference table will be explained later.

[0042]

In the following, detailed explanation will be given regarding the setting of the recording parameters in controller (20) of optical disk device (1). First of all, a brief account will be given of the structure of controller (20) with reference to Figures 1. Figures 1 is a functional block diagram illustrating the constitution of controller (20) in the present embodiment.

[0043]

As shown in Figures 1, controller (20) includes recording parameter setting part (21) (recording parameter setting device). Among the functions of controller (20) are the functions of recording parameter setting part (21), which includes setting the recording parameters for the recording marks as the information recorded on optical disk (2), irradiation by a light beam from optical head (11) via laser driver (14), and reception of the reproduction signal, obtained by transforming the reflected light detected with optical head (11), by reproduction circuit (15). Said functions are performed by the following parts of recording parameter setting part (21), respectively: recording information acquisition part (22), test recording parameter setting part (23) (test recording parameter setting means), test recording instruction part (24), reproduction signal acquisition part (25), reproduction signal quality judgment part (26) (reproduction signal quality judgment means), and recording instruction part (27).

[0044]

Said recording information acquisition part (22) acquires the recording information to be recorded on optical disk (2). The acquisition source may be any of the upper-level control part of controller (20), the memory that stores the recording information, or a server. The acquisition source for the recording information may be provided in optical disk device (1), or it may be a part arranged externally to be connectable to optical disk device (1).

[0045]

Said test recording parameter setting part (23) checks the recording information acquired by recording information acquisition part (22) from storage part (3), obtains the recording parameters corresponding to said recording information from among the recording parameters defined in the reference table of storage part (3), and sets the test recording parameters for performing the test recording operation. Said test recording parameter setting part (23) resets the test recording parameters when a command to reset the test recording parameters for the test recording operation (test recording parameter change command) is received from reproduction

signal quality judgment part (26), to be explained later. Resetting of said test recording parameters will be explained later.

[0046]

Said test recording instruction part (24) sends an instruction to pickup driver (13) and laser driver (14) so that the test recording operation is performed in setting region (41) of optical disk (2) according to the test recording parameters set with test recording parameter setting part (23).

[0047]

Said reproduction signal acquisition part (25) acquires from reproduction circuit (15) the reproduction signal obtained from the recording marks formed in setting region (41) of optical disk (2) during the test recording under the instructions of test recording instruction part (24).

[0048]

Here, reproduction signal quality judgment part (26) judges whether the test recording parameters used in the test recording are satisfactory based on the reproduction signal obtained by reproduction signal acquisition part (25). Said reproduction signal quality judgment part (26) judges whether the test recording parameters used in the test recording are satisfactory according to whether the reproduction signal obtained by reproduction signal acquisition part (25) achieves the prescribed reproduction signal quality. When the reproduction signal achieves the prescribed reproduction signal quality, reproduction signal quality judgment part (26) accepts (sets) the test recording parameters used in the test recording as the recording parameters, which are then sent to recording instruction part (27). Here, if the reproduction signal does not achieve the prescribed reproduction signal quality, reproduction signal quality judgment part (26) judges whether the classification number in the reference table, which is used as reference by test recording parameter setting part (23), exceeds a prescribed value. If the classification number in said reference table does not exceed the prescribed value, a test recording parameter change command for resetting the test recording parameters is sent to test recording parameter setting part (23), while the classification of the reference table stored in storage part (3) is finely reset. Here, when the classification number of the reference table exceeds the prescribed value, reproduction signal quality judgment part (26) takes this as an indication of a recording parameter setting error, and it displays the error on the display, not shown in the figures, and terminates the recording parameter setting operation. The prescribed value will be explained in detail later. Also, the prescribed reproduction signal quality referred to here is reproduction signal quality within a range where it can be sufficiently compensated with the error correction

function of the recording/reproduction device (optical disk device (1) in this embodiment), and its value can be set arbitrarily, taking into consideration manufacturing variability of the recording/reproduction device and the optical disk (optical disk (2) in this embodiment). The reproduction signal quality may be based on jitter, error rate, etc. When there exists a floor level standard for the jitter, error rate, etc. for each optical disk, the value of said floor level defined by said standard can be used as the prescribed reproduction signal quality.

[0049]

Said recording instruction part (27) sends instructions to pickup driver (13) and laser driver (14) so that the recording operation is performed in user region (42) of optical disk (2) according to the recording parameters sent from reproduction signal quality judgment part (26).

[0050]

In the following, the operation of setting the recording parameters in optical disk device (1) will be explained with reference to Figures 6-11. Figures 6 is a flow chart illustrating the operation of setting the recording parameters in this embodiment. Figures 7-11 are diagrams illustrating the reference table in this embodiment.

[0051]

First of all, in step S1, recording information acquisition part (22) acquires the recording information to be recorded on optical disk (2). Then, in step S2, test recording parameter setting part (23) checks the recording information acquired by recording information acquisition part (22) from storage part (3) in order to set the test recording parameters. More specifically, based on the recording information, the reference table shown in Figures 7 and 11 is first of all taken as a reference, the recording parameters according to the recording information are acquired, and the test recording parameters are set. Figures 7 shows the reference table for the falling position dT<sub>lp</sub> of the tail pulse as the position where formation of the recording mark ends, serving as the recording pulse parameter in the reference table for controlling heat at the rear edge. As shown in Figures 7, a reference table according to classification of the recording mark into only one type of length of 4T or longer is used. In this case, when the recording mark length of the recording information is shorter than 4T, the recording parameter established as the default is set as a recording parameter. When the recording mark length of the recording information is 4T or longer, the value of the corresponding classification of the reference table (here, b4) is set as the recording parameter. For example, in this case the value of T<sub>top</sub> or dT<sub>lp</sub> may be preset as the default setting.

[0052]

As a reference table for controlling heat at the front edge where formation of the recording mark starts, Figure 11 shows the reference table for head rising position  $dT_{top}$  as a recording pulse parameter. In Figure 11, the recording mark lengths are classified into three types, that is, 2T, 3T, and 4T or longer. This classification number is not changed in subsequent test recording. Consequently, there is no increase in the number of the recording parameters for controlling heat at the front edge.

[0053]

As explained above, the reference table shown in Figures 7 and 11 is recorded in setting region (41) of the disk, and optical disk device (1) reads said reference table and stores it in storage part (3). Then, with reference to the reference table of storage part (3), test recording parameter setting part (23) sets the test recording parameters. Here, for falling position  $dT_{lp}$  of the tail pulse of a recording mark length longer than 4T (5T or longer), the same value as that for 4T, namely, b4, is set in test recording parameter setting part (23). Also, for head rising position  $dT_{top}$  of a mark length longer than 4T (5T or longer), the same value as that for 4T, namely, c4, is set in test recording parameter setting part (23). Because test recording parameter setting part (23) sets the same value for 5T or longer as for 4T, the read time can be shortened compared to the case when different recording parameters up to 9T must be respectively read. Said test recording parameter setting part (23) sets the same value of the recording parameter for the range from 4T to 9T, and gives the same value of variation in the test recording. That is, the value of variation in 4T is used as the common value of variation in the test recording for the range from 4T to 9T.

[0054]

In step S3, test recording instruction part (24) sends instructions to pickup driver (13) and laser driver (14) to perform the test recording operation in setting region (41) of optical disk (2) according to the test recording parameters set in test recording parameter setting part (23). Then, by means of said pickup driver (13) and laser driver (14), recording of the information in the setting region of optical disk (2) is performed in step S4 on optical head (11) according to the test recording parameters. Then in step S5, reproduction of the information is performed with optical head (11), and a reproduction signal is obtained by reproduction circuit (15).

[0055]

In step S6, reproduction signal acquisition part (25) acquires the reproduction signal and sends it to reproduction signal quality judgment part (26). Then in step S7, reproduction signal

quality judgment part (26) judges whether the reproduction signal obtained with reproduction signal acquisition part (25) achieves the prescribed reproduction signal quality. Here, if the reproduction signal does achieve the prescribed reproduction signal quality (YES in step S7), process flow continues to step S8. On the other hand, if the reproduction signal fails to achieve the prescribed reproduction signal quality (NO in step 7), process flow continues to step S9. More specifically, depending on whether the jitter achieves the prescribed value (for example, 6.5% or less) representing the prescribed reproduction signal quality, a judgment is performed as to whether the reproduction signal achieves the prescribed reproduction signal quality.

[0056]

In step S8, the test recording parameters used in the test recording are sent by reproduction signal quality judgment part (26) to recording instruction part (27). Then the recording parameters for performing the actual recording operation are set (determined) in user region (42) of optical disk (2), and the operation of setting the recording parameters comes to an end.

[0057]

In step S9, a judgment is made by means of reproduction signal quality judgment part (26) on whether the classification number in the reference table taken as reference by test recording parameter setting part (23) exceeds a prescribed value. If the classification number in the reference table exceeds the prescribed value (YES in step S9), process flow continues to step S10. On the other hand, if the classification number in the reference table does not exceed the prescribed value (NO in step S9), process flow continues to step S11. The prescribed value will be described in detail later. As a specific example, the number of classifications of the reference table is set at 1 in Figures 7. In the present embodiment, because the maximum recording mark length is 9T, if individual classification were performed from 4T to 9T, the maximum classification number of the reference table would be 6. Here, when reproduction signal quality judgment part (26) judges that the classification number in the reference table used as a reference by test recording parameter setting part (23) is 7 in step S9, this value is found to conflict with the value of 6 as the maximum classification number of the reference table shown in Figures 7. Consequently, an error results in the recording parameter setting operation. Also, when reproduction signal quality judgment part (26) judges that the classification number in the reference table used as a reference by test recording parameter setting part (23) is 6 in step S9, the value agrees with the maximum classification number of the reference table shown in Figures 7. Consequently, the classification number cannot be further increased, and an error results in the recording parameter setting operation. Consequently, in the present embodiment, an

error can occur in the recording parameter setting operation, so the maximum value of the classification number in the reference table used as a reference by test recording parameter setting part (23) is used as said prescribed value. Also, each time a test recording parameter is reset for the test recording operation, there is also a change in the reference table used as a reference by test recording parameter setting part (23). Here, the aforementioned prescribed value varies according to the maximum value of the classification number of the reference table that varies in conjunction with changes in said reference table.

[0058]

In step S10, because error occurs in the recording parameter setting operation, reproduction signal quality judgment part (26) displays the error in the display part, not shown in the figure, and at the same time the recording parameter setting operation comes to an end.

[0059]

In step S11, while the test recording parameter change command for resetting the test recording parameters is sent to test recording parameter setting part (23), classification of the reference table stored in storage part (3) is set with finer gradations. More specifically, as shown in Figures 8, the classification of the reference table, which makes only one classification for recording mark lengths of 4T or longer, can be set as two types for 4T and 5T or longer in test recording parameter setting part (23). As a result, it is possible to perform independent control of the setting values of the test recording parameters of 4T and 5T or longer in performing the test recording. Here, test recording parameter setting part (23), which has received the test recording parameter change command, again checks with storage part (3), and the recording parameter corresponding to the recording information is reset among the recording parameters used in the test recording operation. In this case, those ranging from 5T to 9T are set at the same value, and the same change quantity is given in the test recording. That is, the same value is used for 5T and 9T. Then, after changing of the reference table, flow returns to step S2 and the process is repeated. Also, each time there is a return to step S2 and the process is repeated, the classification of the reference table stored in storage part (3) is reset more finely as explained above. More specifically, after the reference table shown in Figures 8, a reference table with three classifications for 4T, 5T and 6T or longer shown in Figures 9 is used. Then, after the reference table shown in Figures 9, four classifications for 4T, 5T, 6T and 7T or longer in the reference table shown in Figures 10 are adopted. In this way, classification of the reference table is reset stepwise with finer gradations.



[0060]

In said embodiment, in both the reference table for controlling heat at the front edge and the reference table for controlling heat at the rear edge stored in storage part (3) when the test recording operation starts, those of 4T or longer (having the prescribed recording mark length or longer) are classified the same. This is not restrictive, however. For example, between said reference tables for controlling heat at the front edge and the reference table for controlling heat at the rear edge stored in storage part (3) at the time the test recording operation starts, it is preferred that finer classification be made for the reference table for controlling heat at the rear edge than for the reference table for controlling heat at the front edge.

[0061]

A scheme can also be adopted in which, between said reference table for controlling heat at the front edge and the reference table for controlling heat at the rear edge, the reference table for controlling heat at the rear edge is taken as the table that is more finely classified than the reference table for controlling heat at the front edge when they are recorded in setting region (41) of optical disk (2). In this case, because the reference table is read by optical disk device (1) and stored (recorded) in storage part (3), when the test recording operation starts, between said reference table for controlling heat at the front edge and the reference table for controlling heat at the rear edge stored in storage part (3), the reference table for controlling heat at the rear edge is more finely classified than the reference table for controlling heat at the front edge. That is, it contains a reference table for controlling heat at the front edge wherein those of the prescribed recording mark length or longer are classified in the same group, and a reference table for controlling heat at the rear edge wherein recording mark lengths longer than said prescribed recording mark length are classified in the same group (that is, classification into those with the prescribed recording mark length and those with the recording mark lengths longer than the prescribed recording mark length).

[0062]

As a result, it is possible to have the recording parameter for controlling heat at the rear edge of the recording mark classified more finely than the recording parameter for controlling heat at the front edge of the recording mark, and it is possible to reduce the number of the recording parameters compared to the case when the number of classifications is increased for the recording parameters of both the front edge and rear edge. Also, because the rear edge of the recording mark is more subject to the effect of heat than the other regions of the recording mark, finer classification of the reference table for controlling heat at the rear edge allows more precise control of heat at the rear edge as the site where recording mark formation ends, and it is possible

to form recording marks with high reproduction quality by compensating for the effects of accumulated heat.

[0063]

According to the constitution of the present embodiment, when resetting of a test recording parameter is performed, the classification of the reference table stored in storage part (3) is more finely set. This is not restrictive, however. For example, a scheme can also be adopted in which plural reference tables with different numbers of classifications are stored beforehand in storage part (3) (for example, all of the reference tables shown in Figures 7, 8, 9 and 10 are stored in storage part (3)), and when resetting of a test recording parameter is performed, test recording parameter setting part (23) checks these and changes the type of reference table in use.

[0064]

For example, for the reference table shown in Figures 10 used as the reference table for the recording parameter eventually determined for falling position dTlp of the tail pulse, dTlp as the recording parameter for controlling heat at the rear edge of the recording mark is set such that recording mark lengths of 4T or longer are classified into 4T, 5T, 6T, and 7 T or longer as shown in Figures 10. On the other hand, for dTtop as the recording parameter for controlling heat at the front edge of the recording mark, because there is no resetting due to test recording, the setting in step S2 is left as is, and the recording mark length is classified into three types, that is, 2T, 3T and 4T or longer, as shown in Figures 11.

[0065]

In the case of recording the reference table in setting region (41) of optical disk (2), for example, recording pulse parameters dTtop, dTlp are recorded according to the recording mark length, and the values of recording pulse parameters dTtop, dTlp, as shown in Figures 16(a) and 16(b), are recorded in setting region (41).

[0066]

As can be seen from Figures 16(a) and 16(b), recording pulse parameter dTtop is classified and assigned to three fields, that is, 2T, 3T, and 4T or longer. On the other hand, recording pulse parameter dTlp is classified and assigned to four fields of 2T, 3T, 4T and 5T or longer. That is, the field for storing the value of recording pulse parameter dTtop is assigned according to the recording mark length, and one field is assigned to store the value of the prescribed recording mark length or longer (4T or longer in Figures 16(a)). Here, the field that

stores the value of recording pulse parameter dTlp is assigned according to the recording mark length, and at the same time, one field is assigned for storing the value of the recording mark length longer than the prescribed recording mark length (5T or longer in Figures 16(b)).

[0067]

In this way, even when the reference table is recorded in setting region (41) of optical disk (2), the reference table for controlling heat at the rear edge for forming the rear edge is classified more finely than the reference table for controlling heat at the front edge for forming the front edge. Consequently, the operation and effects of the present invention can be obtained by reading the reference table from setting region (41) of optical disk (2).

[0068]

The various values of the reference table recorded in setting region (41) of optical disk (2) can be the values recorded by means of said test writing, or they can be values recorded beforehand when various setting operations are performed at the time of shipment.

[0069]

In the following, the operation and effects of the present invention will be explained with reference to Figures 12. Figures 12 is a diagram illustrating the correlation between the degree of classification of the reference table and jitter in the reproduction signal of the recording mark.

[0070]

Under condition 1, the reference table shown in Figures 7 (recording mark lengths of 4T or longer are classified into one group) is used for the recording parameter for falling position dTlp of the tail pulse, and under condition 2, the reference table shown in Figures 8 (classification into two groups with recording mark lengths of 4T and of 5T or longer, respectively) is used. In addition, under condition 3, the reference table shown in Figures 9 (classification into 3 groups with recording mark lengths of 4T, 5T, and 6T or longer, respectively) and under condition 4, the reference table shown in Figures 10 (classification into four groups with recording mark lengths of 4T, 5T, 6T and 7T or longer, respectively) is used. For example, if the prescribed reproduction signal quality is defined as a jitter of 6.5% or less, the prescribed reproduction signal quality can be achieved only under condition 4, as is shown clearly in Figures 12. That is, because the number of the recording parameters is small because classification according to the recording mark length is made too coarse, the prescribed reproduction signal quality cannot be achieved under condition 1, condition 2, or condition 3. On the other hand, according to the present invention, when the prescribed reproduction signal

quality cannot be achieved under condition 1, the reference table according to condition 2 is used, and so on. As a result, reference table classification is made finer and finer until the prescribed reproduction signal quality can be achieved.

[0071]

Also, the prescribed reproduction signal quality is not restricted to a jitter of 6.5% or less. Here, the prescribed reproduction signal quality should represent a level at which error correction of the reproduction signal by optical disk device (1) is possible. Any reproduction signal quality that can secure a tolerance for variability caused by the mass production of optical disk device (1) and optical disk (2) can be used. For example, when the prescribed reproduction signal quality is taken as a jitter of 7% or less, conditions 2, 3 and 4 become conditions under which the prescribed reproduction signal quality can be achieved as is shown in Figures 12.

[0072]

In the following, the operation and effects of the present invention will be explained with reference to Figures 15. Figures 15 is a diagram illustrating the correlation between the relative position of dTlp and jitter in the reproduction signal of the recording mark when the reference table shown in Figures 8 (classification of the recording pulse parameter into two groups with recording mark length of 4T and of 5T or longer) is used for the recording parameter for falling position dTlp of the tail pulse, and the dTlp position of 5T or longer is changed in the relatively forward direction (the direction opposite to the direction of time progression) with respect to the time axis direction with respect to the dTlp position of 4T. That is, as is shown in Figures 4 and 5, because the time progression direction is from left to right in the figure, the dTlp position of 5T or longer is changed toward the left side. Also, the value of dTlp is set in time based on the falling position of the recording information according to each recording mark length. Here, clock interval T is about 3.8 ns, and the position of dTlp is shifted (moved) in increments of  $T/16$ . As shown in Figures 15, as the position of dTlp of 5T or longer with respect to the position of dTlp of 4T is moved in the relatively forward direction (the direction opposite to the time progression direction), once jitter is reduced, it then deteriorates (more specifically, the jitter is gradually improved up to the relative position of "-3", and the jitter then gradually deteriorates beyond the relative position of "-3"). When said dTlp is changed, there is no change in the value of tail pulse width Tlp. Consequently, when dTlp is changed, the falling position of head pulse width Ttop becomes closer to the rising position of Tlp. In this case, dTlp of 5T or longer can be changed in the direction opposite to the time progression direction to a position where the falling position of Ttop and the rising position of Tlp do not overlap.

[0073]

The reasons for the change in said jitter are as follows. First of all, as the recording mark length becomes longer, the intermediate period between the head pulse and the tail pulse becomes longer. Consequently, heat accumulation at the rear edge of the recording mark becomes more significant. As a result, by moving the position of dTlp for a long recording mark length forward, it is possible to shorten the intermediate period, heat accumulation at the rear edge is reduced, and jitter becomes less significant compared to when the intermediate period is not shortened. However, when the position of dTlp is moved significantly forward, the intermediate period becomes too short so that the heat for forming the rear edge of the recording mark becomes insufficient, and jitter worsens. From the results shown in Figures 15, if the relative position of dTlp beyond 5T is in the range of  $-T/16$  to  $-5T/16$  with reference to a dTlp of 4T (here, the backward direction with respect to the time axis direction (time progression direction) is represented as +), jitter becomes 7.0% or less, and the result is good.

[0074]

As explained above, there is a reference table defined with respect to the recording parameter for controlling at least the heat at the rear edge of the recording mark, and said reference table has classifications according to the mark length among said recording information, and those equal to or exceeding the prescribed mark length are classified in the same group. Test recording is performed using the test recording parameter set based on said reference table. When the test recording is reproduced and the prescribed reproduction signal quality is not achieved, the reference table corresponding to those equal to or exceeding said prescribed mark length is re-classified according to mark length more finely, and test recording is performed. Then the test recording is reproduced to determine which reference table can achieve the prescribed reproduction signal quality. As a result, the number of recording parameters in use can be minimized, and by controlling heat at the rear edge where recording mark formation comes to an end, the effect of the accumulated heat can be compensated, so that recording marks with good reproduction signal quality can be formed (the prescribed reproduction signal quality can be achieved).

[0075]

Because the rear edge of the recording mark is more prone to the effects of heat than the front edge and other regions, when recording marks are formed with the prescribed recording mark length or longer, the recording marks can be formed with the prescribed reproduction signal quality by simply controlling heat at the rear edge. Consequently, according to the present

invention, by simply setting the recording parameter for controlling heat at the rear edge, it is possible to form recording marks with good reproduction signal quality with a higher reliability.

[0076]

When a preset fixed reference table is used in the constitution [in the prior art], because the recording condition of the track of the optical disk (2) varies over time, it is impossible to change the reference table to match changes in the recording condition of the track, so that it is impossible to form recording marks with good reproduction signal quality (achieving the prescribed reproduction signal quality) due to the changes in the recording condition of the track. On the other hand, according to the present invention, the constitution is such that classification of the reference table is reset according to the results from the test recording, so that even when the recording condition of the track of optical disk (2) varies over time, it is possible to reset the classification of the reference table according to variations in the recording condition of the track. Consequently, even when the recording condition of the track varies over time, it is still possible to form recording marks with good reproduction signal quality (achieving the prescribed reproduction signal quality).

[0077]

Also, the following constitution can be adopted as well: the reference table for the recording parameter that has been set is recorded in setting region (41) of optical disk (2), and when the recording parameter is to be set later, the reference table recorded in setting region (41) is read by optical disk device (1) for use. For example, when the reference table of the recording parameter determined at falling position dTlp of the tail pulse is like that shown in Figures 10, said information is recorded in setting region (41) of optical disk (2). As a result, optical disk device (1) can read the information of the reference table shown in Figures 10 from setting region (41) for use later when setting recording parameter dTlp.

[0078]

According to the aforementioned constitution, the reference table for the recording parameter set by performing a test recording beforehand can be used as the test recording parameter in a new round of recording, so that it is possible to reduce the number of repetitions the test recording required to determine the recording parameter. Also, because the reference table for the preset recording parameter is recorded in setting region (41) of optical disk (2), there is no need to put it in the memory or other storage device again.

[0079]

In this embodiment, the recording parameter is used in the form of a reference table. This is not restrictive, however. A scheme can also be adopted in which a collection of the recording parameters is stored in the storage part.

[0080]

In said embodiment, in the classification specifications for the reference table, classification is performed stepwise from a shorter mark length. This is not restrictive, however. However, the shorter the recording mark length, the higher the frequency generated in the data recorded in user region (42). In the test recording, there is usually no need to use the data recorded in user region (42) as is. By using random data, good reproduction signal quality can be obtained easily when classification of the recording mark length is made stepwise, and this is an advantage. Also, when the recording mark length is classified stepwise from the shorter recording mark length, it is possible to have a minimum number of classifications that can achieve the prescribed reproduction signal quality, so that it is easy to set the number of recording parameters of a reference table to the minimum number that can achieve the prescribed reproduction signal quality.

[0081]

Although recording mark length was used in the present embodiment as the recording information characteristic classified according to a reference table, this is not restrictive. For example, recording mark length and space length can comprise recording information, and can be classified according to a reference table. In this case the number of recording parameters can be limited as in this embodiment by changing the classification of only recording mark length and not that of space length.

[0082]

Also, in the present embodiment, the explanation of an example of a reference table has involved falling position  $dT_{lp}$  of the tail pulse. However, even if a reference table is used that applies to  $T_{lp}$  representing the width of the tail pulse or cooling end position  $dT_e$  for ending the cooling period, it is still possible to control heat at the rear edge of the recording mark, so that the same effect can be obtained. When the recording mark length is  $4T$  or longer, in addition to the pulse sequence shown in Figures 5 with two pulses, that is, a head pulse and a tail pulse, there are also other pulse sequences, such as the pulse sequence shown in Figures 13 in which, by having intermediate power  $P_m$  and recording power  $P_w$  identical to each other, the recording mark consists of a single recording pulse, and the pulse sequence shown in Figures 14 in which

recording power  $P_w$  of the tail pulse and intermediate power  $P_m$  made identical. In the case shown in Figures 13 and 14, because  $T_{lp}$  representing the width of the tail pulse is absent, falling position  $dT_{lp}$  of the tail pulse shown in Figures 13 and 14 may be used. That is, when the recording medium that produces the pulse sequence as shown in Figures 13 and 14 is used, a reference table for falling position  $dT_{lp}$  of the tail pulse may be used. In this case, as shown in Figures 13, when  $dT_{lp}$  is changed, it is possible to make a change in the direction opposite to the time progression direction as long as the position of  $dT_{top}$  and the position of  $dT_{lp}$  are not superposed. Also, as shown in Figures 14, when  $dT_{lp}$  is changed, change can be made in the direction opposite to the time progression direction to a position where the falling position of  $T_{top}$  and the position of  $dT_{lp}$  are not superposed.

[0083]

In the present embodiment, head rising position  $dT_{top}$  is used as the recording parameter for controlling heat at the front edge. This is not restrictive, however, and width  $T_{top}$  of the head pulse may also be used as the recording parameter.

[0084]

In said embodiment, the constitution is such that the recording parameter for controlling heat at the front edge is not reset by the test recording. This is not restrictive, however. For example, one may also adopt a scheme in which in addition to the recording parameter for controlling heat at the rear edge, the recording parameter for controlling heat at the front edge is reset according to the test recording. In this case, just as in the case of resetting the recording parameter for controlling heat at the rear edge, resetting of the recording parameter for controlling heat at the front edge is performed.

[0085]

In the present embodiment, the following two process steps are performed in recording parameter setting part (21): in one process step, for the recording parameter group for controlling heat at the front edge, recording mark lengths of the prescribed recording mark length or longer are classified in the same group (the first step), and in another process step, the recording parameter group for controlling heat at the rear edge is classified according to at least the recording mark length in said recording information, and at the same time, recording mark lengths of the prescribed recording mark length or longer are more finely classified than for said recording parameter for controlling heat at the front edge (the second step). However, the constitution may be such that the process steps (first and second process steps) are performed with different means respectively corresponding to them.



[0086]

According to the present embodiment, in the reference table for the initial test recording, those having a recording mark length of 4T or longer are classified in the same group. This is not restrictive, however. Any positive integer can be adopted as long as it is the prescribed recording mark length or longer. Here, said prescribed recording mark length or longer means that the recording mark length can be set arbitrarily, according to the type of the information recording medium (optical disk (2) in this embodiment), such that it is expected that control of the recording parameter of the rear edge can be done independently with the recording parameter of the front edge, that is, it is expected that the rear edge will not be affected by heat accumulated at the front edge of the recording mark.

[0087]

In the present embodiment, the case has been explained in which jitter is used in evaluating the reproduction signal quality of the test recording. This is not restrictive, however. For example, error rate or the like can also be used in evaluating the reproduction signal quality, and anything can be used as long as it is an index useful for evaluating the reproduction signal quality of the test recording.

[0088]

In this embodiment, (1,7) RLL code is used as the run length restriction code with  $d = 1$ . This is not restrictive, however. Other modulation system or other codes may be used as well.

[0089]

In the present embodiment, optical disk device (1) for optical modulation recording is used. This is not restrictive, however. An optical disk device for magneto-optical modulation recording may be used as well. In addition, in the present embodiment, optical disk device (1) is used as an example of the recording/reproduction device. This is not restrictive, however. For example, any device that can record information by changing the physical characteristics of an information recording medium by heating it, such as a magnetic recorder, magneto-optical disk device, etc., can be used as well as optical disk device (1).

[0090]

The present invention is not limited to the aforementioned embodiments. Various changes can be made within the range shown in the claims. The technical schemes disclosed in

different embodiments can be combined appropriately to be included within the technical scope of the present invention.

[0091]

The present invention also provides a recording parameter setting device having the following parts: a test parameter setting means which performs classification according to at least the recording mark length in said recording information, and, at the same time, which classifies those of the prescribed recording mark length or longer in the same group, and checks the storage part that stores the recording parameter group for controlling at least the heat at the rear edge as the region where formation of said recording mark ends in order to set the recording parameters for performing test recording; and a reproduction signal quality judgment means which works as follows: when the reproduction signal obtained by reproduction of the test recording performed according to said test recording parameters fails to achieve the prescribed reproduction signal quality, classification of those of the prescribed recording mark length or longer of said recording parameter group is classified more finely, and test recording is performed again; on the other hand, when said reproduction signal achieves the prescribed reproduction signal quality, the test recording parameters are set as said recording parameters.

[0092]

According to said invention, for the recording parameter group for controlling heat of at least at the rear edge of the recording mark, those having the prescribed recording mark length or longer are classified in the same group, so that by comparison to the case in which said recording parameter group is classified for each different recording mark length, it is possible to reduce the overall number of recording parameters.

[0093]

In addition, said classification is performed according to the recording mark length. More specifically, one common value, or a common change quantity, is given to the recording parameter according to the recording mark lengths summarized as a group.

[0094]

According to said invention, the test recording parameter for test recording is set with the test recording parameter setting means according to the recording information, the test recording done according to said test recording parameters is reproduced, and a judgment is made on whether the obtained reproduction signal achieves the prescribed reproduction signal quality. In the reproduction signal quality judgment means, the following operation is performed: when the

reproduction signal fails to achieve the prescribed reproduction signal quality, classification of those having the prescribed recording mark length or longer of said recording parameter group is classified more finely, and test recording is performed again. On the other hand, when the reproduction signal achieves the prescribed reproduction signal quality, as the test recording parameter is set as said recording parameter allowing the recording parameter that achieves the prescribed reproduction signal quality to be determined as the number of classifications of said recording parameter group is increased. Consequently, it is possible to further reduce the number of classifications of the recording parameter group once the recording parameter that achieves the prescribed reproduction signal quality is determined. In addition, because the recording parameter is determined for controlling heat at the rear edge, which is more susceptible to the effects of heat from the other regions of the recording mark, it is possible to compensate for the effects of heat accumulated at the rear edge, and it is possible to form recording marks with good reproduction signal quality.

[0095]

As a result, it is possible to reduce the number of recording parameters in use, and it is possible to form recording marks with good reproduction signal quality with high reliability.

[0096]

The various means in said recording parameter setting device can be implemented by means of a program on a computer. In addition, by storing said program in a recording medium that can be read by the computer, it is possible to execute said program on any computer.

[0097]

For the recording parameter setting device with said constitution, the following scheme is preferred: for said reproduction signal quality judgment means, when said reproduction signal fails to achieve said prescribed reproduction signal quality, said classification for those having the prescribed recording mark length or longer of said recording parameter group is re-classified as those having the prescribed recording mark length and those having another recording mark length.

[0098]

As a result, the number of classifications of the recording parameter group is stepwise increased one increment at a time to determine the recording parameter that can achieve the prescribed reproduction signal quality. Consequently, the number of classifications of the recording parameter group when the recording parameter that achieves the prescribed

reproduction signal quality even more reliably becomes the smallest value among the numbers of classifications of the recording parameter group obtained for the recording parameter that can achieve the prescribed reproduction signal quality. Consequently, it is possible to limit the number of recording parameters in use to the minimum value, and it is possible to form recording marks that can obtain even better reproduction signal quality.

[0099]

For the recording parameter setting device with said constitution, it is preferred that said recording parameter be the tail falling position of the pulse sequence for said recording mark.

[0100]

As a result, for the tail falling position of the pulse sequence for the recording mark serving as the recording parameter, it is possible to reduce the number of recording parameters in use, and it is possible to form recording marks that can obtain good reproduction signal quality with even higher reliability.

[0101]

Also, for the recording parameter setting device with said constitution, it is preferred that said recording parameter be the width of the tail pulse of the pulse sequence for said recording mark.

[0102]

As a result, by using the width of the tail pulse of the pulse sequence for the recording mark, it is possible to reduce the number of recording parameters in use, while forming recording marks with good reproduction signal quality with even higher reliability.

[0103]

Also, the present invention provides a recording parameter setting device for setting the recording parameters for forming recording marks on the information recording medium corresponding to the recording information with the following feature: while classification is performed according to at least the recording mark length in said recording information, the recording parameter setting device includes said recording parameters comprising a recording parameter group in which those having the prescribed recording mark length or longer are classified in the same group and which serves to control heat at the front edge of said recording mark, and a recording parameter group, comprising the recording parameter for controlling heat at the rear edge of said recording mark, which has a finer classification of those having the

prescribed recording mark length or longer, than that for the recording parameter for controlling heat at the front edge of said recording mark, wherein classification is performed according to at least the recording mark length in said recording information.

[0104]

As a result, compared with the recording parameter group for controlling heat at the front edge of the recording mark, in this scheme the recording parameter group for controlling heat at the rear edge of the recording mark can be classified more finely, so that it is possible to reduce the total number of recording parameters as compared with increasing the number of classifications for both the recording parameter group for controlling heat at the front edge and the recording parameter group for controlling heat at the rear edge. Also, because the rear edge of the recording mark is more susceptible to the effects of heat from the other regions of the recording mark, finer classification of the recording parameter group for controlling heat at the rear edge makes it possible to achieve more precise control of heat at the rear edge as the position where recording mark formation ends, and it becomes possible to form recording marks with good reproduction quality where the effects of accumulated heat is compensated.

[0105]

As a result, while the number of recording parameters in use is reduced, it is possible to form recording marks with high reproduction signal quality with even higher reliability.

[0106]

For the recording parameter setting device with said constitution, it is preferred that the tail falling position of the pulse sequence for said recording mark be used as the recording parameter for controlling heat at the rear edge of said recording mark.

[0107]

As a result, it is possible to use the tail falling position of the pulse sequence for the recording mark as the recording parameter for controlling heat at the rear edge so that it is possible to form recording marks with good reproduction signal quality with even higher reliability while limiting the number of recording parameters in use.

[0108]

For the recording parameter setting device with said constitution, it is preferred that the width of the tail pulse of the pulse sequence for said recording mark be used as the recording parameter for controlling heat at the rear edge of said recording mark.

[0109]

As a result, with the width of the tail pulse of the pulse sequence for the recording mark used as the recording parameter for controlling heat at the rear edge of the tail pulse in the pulse sequence for the recording mark, it is possible to form recording marks with good reproduction signal quality with even higher reliability while limiting the number of recording parameters in use.

[0110]

Also, for the recording parameter setting device with said constitution, it is preferred that the cooling end position according to the end of the cooling period of the pulse sequence for said recording mark be used as the recording parameter for controlling heat at the rear edge of the recording mark.

[0111]

As a result, with the cooling end position according to end of the cooling period of the pulse sequence for the recording mark used as the recording parameter for controlling heat at the rear edge, it is possible to form recording marks with good reproduction signal quality with even higher reliability while limiting the number of recording parameters in use.

[0112]

Here, it is preferred that the head rising position of the pulse sequence for said recording mark be used as the recording parameter for controlling heat at the front edge of said recording mark in the recording parameter setting device with said constitution.

[0113]

As a result, with the head rising position of the pulse sequence for the recording mark used as the recording parameter for controlling heat at the rear edge [sic; front edge], it is possible to form recording marks with good reproduction signal quality with even higher reliability while limiting the number of recording parameters in use.

[0114]

Also, for the recording parameter setting device with said constitution, it is preferred that the width of the head pulse of the pulse sequence for said recording mark be used as the recording parameter for controlling heat at the front edge of said recording mark.

[0115]

As a result, with the width of the head pulse of the pulse sequence for the recording mark used as the recording parameter for controlling heat at the front edge of the pulse sequence for the recording mark, it is possible to form recording marks with good reproduction signal quality with even higher reliability while limiting the number of recording parameters in use.

[0116]

Also, for the recording parameter setting device with said constitution, it is preferred that classification for those having the prescribed recording mark length or longer of the recording parameter group for controlling heat at the rear edge of the recording mark be a classification into those having the prescribed recording mark length and those having recording mark lengths other than said prescribed recording mark length.

[0117]

As a result, classification refined for the recording parameter group for controlling heat at the rear edge of the recording mark while reducing the number of classifications by one for the recording parameter group for controlling heat at the front edge of said recording mark. Consequently, it is possible to form recording marks with good reproduction signal quality with even higher reliability while limiting the number of recording parameters in use.

[0118]

Also, for the recording parameter setting device with said constitution, it is preferred that classification for those having the prescribed recording mark length or longer of the recording parameter group for controlling heat at the rear edge of the recording mark be a classification into those having the prescribed recording mark length and those having recording mark lengths other than said prescribed recording mark length, and that the recording parameter for the recording mark lengths other than said prescribed recording mark lengths be set at a different value from that of the recording parameter for said prescribed recording mark length.

[0119]

As a result, classification is performed with a different value for the recording parameter for a recording mark length different from the prescribed recording mark length compared to that for the prescribed recording mark length. As a result, even when jitter worsens and the recording mark length other than said prescribed recording mark length becomes longer, it is still possible to set the recording parameter for recording mark lengths different from the prescribed recording mark length independently from the recording parameter for the prescribed recording mark

length, so that heat accumulation at the rear edge can be reduced. Consequently, it is possible to form recording marks with good reproduction signal quality with even higher reliability while limiting the number of recording parameters in use.

[0120]

Also, for the recording parameter setting device with said constitution, it is preferred that the recording parameter for controlling heat at the rear edge of the recording mark be the tail falling position of the pulse sequence for said recording mark, and at the same time, the tail falling position of the pulse sequence for a recording mark length different from said prescribed recording mark length be set such that it is relatively shifted along the time axis, in the direction opposite to the time progression direction, with reference to the fall position of the recording information corresponding to each recording mark length with respect to the tail falling position of the pulse sequence having said prescribed recording mark length.

[0121]

As a result, it is possible to reduce heat accumulation at the rear edge of the recording mark that increases due to an increasing intermediate period between the head pulse and the tail pulse as the recording mark length increases. That is, it is possible to shorten the intermediate period and to reduce heat accumulation at the rear edge to produce less jitter by relatively shifting the tail falling position of the pulse sequence for a recording mark length other than the prescribed recording mark length that is longer than the prescribed recording mark length.

[0122]

In addition, for the recording parameter setting device with said constitution, it is preferred that said prescribed recording mark length be  $4T$  or longer.

[0123]

As a result, it is possible to reduce heat accumulation at the rear edge with respect to the recording mark length longer than the recording mark length where the effect of heat accumulation at the front edge of the recording mark is not expected to be received by the rear edge, that is, where it is expected that the recording parameter for the rear edge can be controlled independently of the recording parameter for the front edge. Consequently, it is possible to form recording marks with good reproduction signal quality with even higher reliability while limiting the number of recording parameters in use to the minimum.



[0124]

Also, the present invention provides an information recording medium in which the recording parameters set with any of said recording parameter setting devices are recorded in a prescribed region.

[0125]

For said information recording medium, it is possible to form recording marks with good reproduction signal quality with even higher reliability while limiting the number of recording parameters in use.

[0126]

Also, the present invention provides an information recording medium with the following features: the information recording medium has recording parameters for forming the recording marks according to the recording information; and said recording parameters comprise the following recording parameter groups: a recording parameter group, which, while effecting classification according to at least the recording mark length in said recording information, serves to control heat at the front edge of said recording mark, with those of the prescribed recording mark length or longer being classified in the same group, and a recording parameter group, which, while effecting classification according to at least the recording mark length in said recording information, serves to control heat at the rear edge of said recording mark, with those of said prescribed recording mark length or longer being classified in the same group.

[0127]

For the information recording medium with said constitution, while the recording parameter group for controlling heat at least at the front edge of the recording mark has classification in the same group for the prescribed recording mark length or longer, the recording parameter group for controlling heat at the rear edge has classification in the same group for recording mark lengths longer than the prescribed recording mark length. It is therefore possible to reduce the total number of recording parameters compared to the case in which the aforementioned recording parameter group is classified into different groups for all of the recording mark lengths.

[0128]

Also, compared with the recording parameter group for controlling heat at the front edge of the recording mark, it is possible to more finely classify the recording parameter group for controlling heat at the rear edge of the recording mark. Consequently, it is possible to limit the

total number of recording parameters compared to an increase in the number of the classifications that applies to both the recording parameter group for controlling heat at the front edge and the recording parameter group for controlling heat at the rear edge.

[0129]

As a result, it is possible to form recording marks with good reproduction signal quality with even higher reliability while limiting the number of recording parameters in use.

[0130]

Also, the present invention provides a recording/reproduction device containing an optical pickup for performing recording/reproduction to/from the information recording medium, and any of said recording parameter setting devices.

[0131]

With said recording/reproduction device it is possible to form recording marks with good reproduction signal quality with even higher reliability while limiting the number of recording parameters in use.

[0132]

The present invention provides a recording parameter setting method with the following feature: the recording parameter setting method is for setting recording parameters for forming recording marks corresponding to the recording information on an information recording medium; the method includes the following process steps: a test recording parameter setting step in which the following operation is performed: for the storage part that stores the recording parameter group for controlling heat at least at the rear edge of said recording mark as the position where recording mark formation ends with classification being made according to at least the recording mark length in said recording information, and at the same time, with those having the prescribed recording mark length or longer being classified in the same group; and a reproduction signal quality judgment step in which the following operation is performed: when the reproduction signal obtained by reproduction of the test recording performed according to said test recording parameters fails to achieve the prescribed reproduction signal quality, classification for those having the prescribed recording mark length or longer of said recording parameter group is refined for recording, and if the reproduction signal achieves the prescribed reproduction signal quality, the test recording parameters are set as said recording parameters.

[0133]

According to said recording parameter setting method, it is possible to form recording marks with good reproduction signal quality with even higher reliability while limiting the number of recording parameters in use.

[0134]

Also, the present invention provides a recording parameter setting method with the following feature: the recording parameter setting method is for setting the recording parameters for forming recording marks corresponding to the recording information on an information recording medium; the method includes the following process steps: a first recording parameter group classification step in which the recording parameter group for controlling heat at the front edge of said recording mark is classified according to at least the recording mark length of said recording information, and at the same time, those having the prescribed recording mark length or longer are classified in the same group; and a second recording parameter group classification step in which the recording parameter group for controlling heat at the rear edge of the recording mark is classified at least according to the recording mark length in said recording information, and, at the same time, those having the prescribed recording mark length or longer are classified more finely than the recording parameter for controlling heat at the front edge of said recording mark.

[0135]

With said recording parameter setting method, it is possible to form recording marks with good reproduction signal quality with even higher reliability while limiting the number of recording parameters in use.

[0136]

Finally, the various parts of recording parameter setting part (21) and the various processing process steps in said embodiments can be realized by a CPU or other arithmetic and logic operation means in executing programs stored in ROM (read-only memory), RAM and other storage means, and by control keyboards or other input means, display or other output means, and interface circuits or other communication means. Consequently, the computer having said means reads the recording medium that has said programs stored there and executes said programs to realize the various functions and various processing operations of the recording parameter setting part (21). Also, by recording said programs on removable recording media or other recording media, it is possible to realize said various functions and various processing operations on any computer.

[0137]

Said recording medium may be a memory, not shown in the figure, such as a ROM or other program media, for performing processing with a microcomputer. A scheme can also be adopted in which a program reading device is provided as an external storage device, not shown in the figure, and reading the program media is enabled by inserting the recording medium there.

[0138]

In any case, it is preferred that the stored program be constituted to allow access and execution by a microprocessor. In addition, the following system is preferred: the program is read, and the read program is downloaded into the program storage area of the microcomputer for execution of the program. In addition, the program for downloading is pre-stored in the main body of the device.

[0139]

Examples of said program media include recording media with a constitution that can be separated from the main body, such as magnetic tape, cassette tape, and other tapes, floppy disks, hard disks, and other magnetic disks, CD/MO/MD/DVD, and other disks, IC cards (including memory cards) and other cards, as well as mask ROM, EPROM (erasable programmable read-only memory), EEPROM (electrically erasable programmable read-only memory), flash ROM, and other semiconductor memories, and other fixed program-carrying recording media, etc.

[0140]

Also, if there is a system constitution that allows connection to the internet or another communication network, recording media that can support the program in a fluid way for downloading the program from the communication network are preferred.

[0141]

In addition, in the case of downloading a program from said communication network, it is preferred that the program for download be pre-stored in the main body of the device, or be installed from another recording medium.

Industrial application field

[0142]

As explained above, according to the present invention, it is possible to form recording marks with good reproduction signal quality with even higher reliability while limiting the

number of recording parameters in use. Consequently, the present invention can be preferentially adopted in various industrial fields where optical disks, magneto-optical disks or other information recording media are used, especially industrial fields that make use of information recording media allowing high speed recording.

#### Brief description of the figures

[0143]

Figure 1 is a functional block diagram illustrating an embodiment of the controller of the optical disk device in the present invention.

Figure 2 is a block diagram illustrating an embodiment of said optical disk device.

Figure 3 is an oblique view illustrating an optical disk having information recorded using said optical disk device.

Figure 4 is a time chart illustrating setting of the pulse sequence corresponding to the recording information.

Figure 5 is a time chart illustrating the pulse sequence and the recording pulse parameters for forming the recording marks with recording mark lengths ranging from 2T to 9T.

Figure 6 is a flow chart illustrating the operation of setting the recording parameters in the present invention.

Figure 7 is a diagram illustrating an embodiment of a reference table of the present invention.

Figure 8 is a diagram illustrating an embodiment of a reference table of the present invention.

Figure 9 is a diagram illustrating an embodiment of a reference table of the present invention.

Figure 10 is a diagram illustrating an embodiment of a reference table in the present invention.

Figure 11 is a diagram illustrating an embodiment of a reference table in the present invention.

Figure 12 is a diagram illustrating change in jitter relative to the conditions of a recording parameter.

Figure 13 is a time chart illustrating an example of a pulse sequence and a recording pulse parameter for forming recording marks having recording mark lengths ranging from 2T to 9T.

Figure 14 is a time chart illustrating an example of a pulse sequence and a recording parameter for forming recording marks having recording mark lengths ranging from 2T to 9T.

Figures 15 is a diagram illustrating change in jitter relative to the conditions of a recording parameter in the present invention.

Figures 16(a) and (b) are diagrams illustrating an example of a reference table recorded on an optical disk according to the present invention.

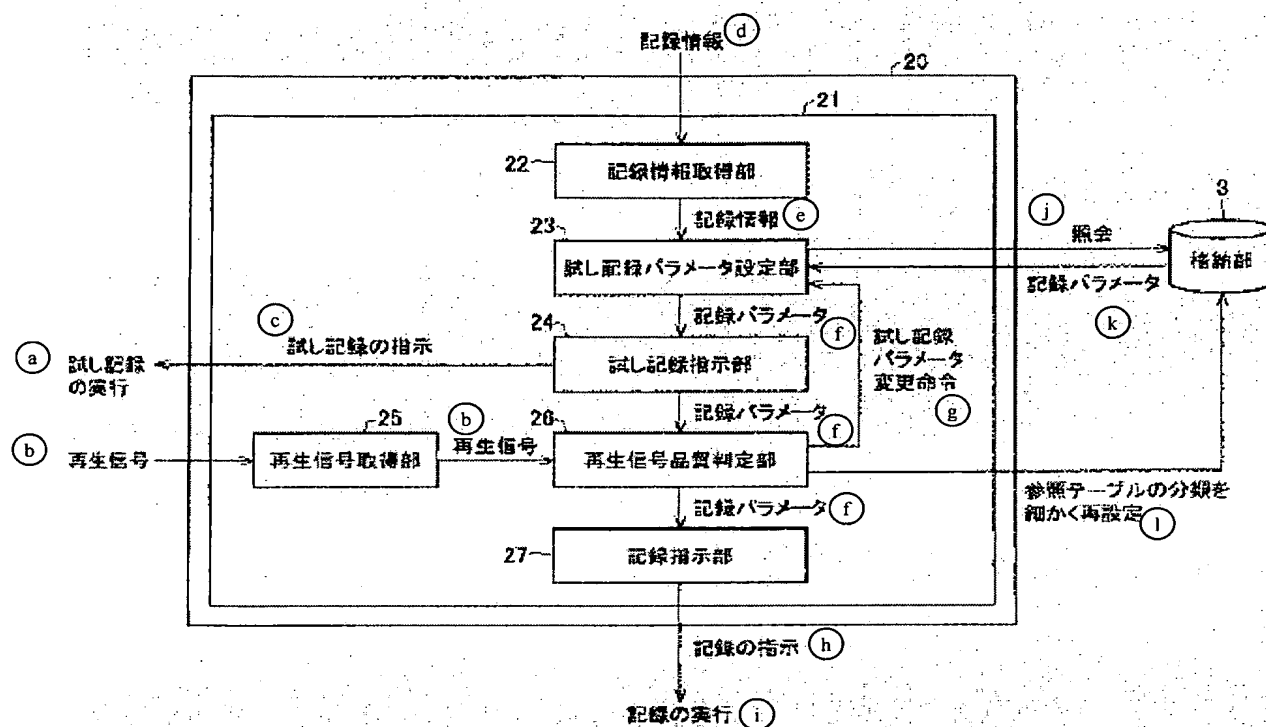
Figures 17 is a diagram illustrating a reference table pertaining to the prior art.

Figures 18 is a diagram illustrating a reference table pertaining to the prior art.

#### Explanation of symbols

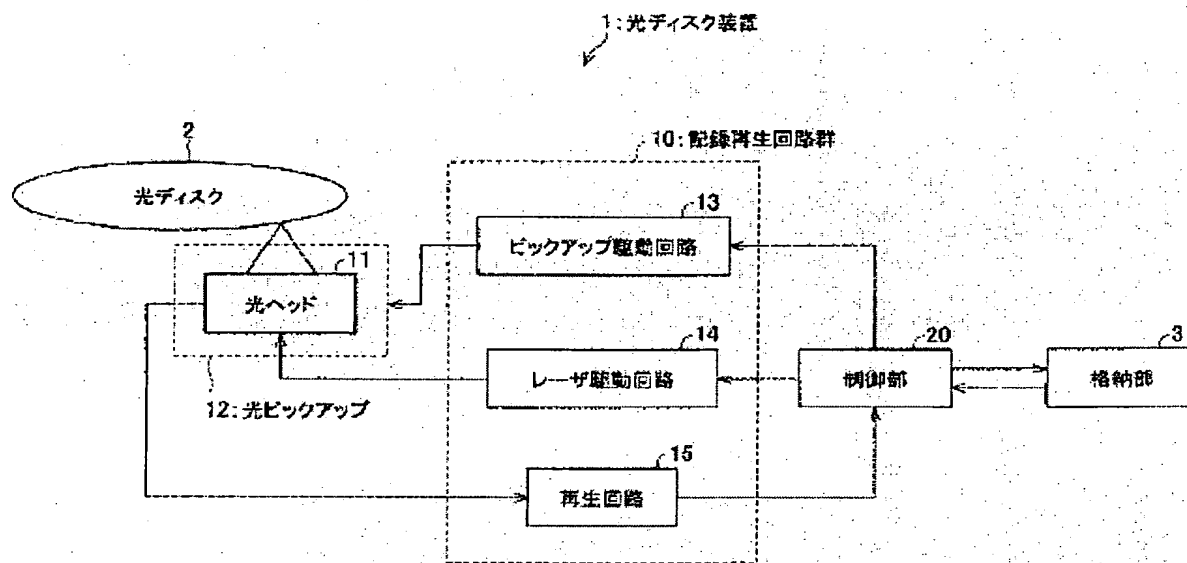
[0144]

- 1      Optical disk device (recording/reproduction device)
- 2      Optical disk (information recording medium)
- 3      Storage part
- 10     Recording/reproduction circuit group
- 11     Optical head (optical pickup)
- 12     Pickup
- 13     Pickup driver
- 14     Laser driver
- 15     Reproduction circuit
- 20     Controller
- 21     Recording parameter setting part (recording parameter setting device)
- 22     Recording information acquisition part
- 23     Test recording parameter setting part (test recording parameter setting means)
- 24     Test recording instruction part
- 25     Reproduction signal acquisition part
- 26     Reproduction signal quality judgment part (reproduction signal quality judgment means)
- 27     Recording instruction part
- 41     Setting region
- 42     User region



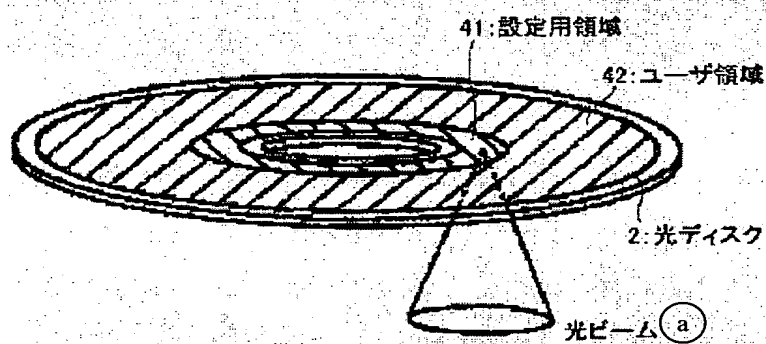
Figures 1

- Key:
- a Execution of test recording
  - b Reproduction signal
  - c Instruction for test recording
  - d Recording information
  - e Recording information
  - f Recording parameter
  - g Test recording parameter change command
  - h Recording instruction
  - i Execution of recording
  - j Notification
  - k Recording parameters
  - l Finer resetting of classification of reference table
  - 3 Storage part
  - 22 Recording information acquisition part
  - 23 Test recording parameter setting part
  - 24 Test recording instruction part
  - 25 Reproduction signal acquisition part
  - 26 Reproduction signal quality judgment part
  - 27 Recording instruction part



Figures 2

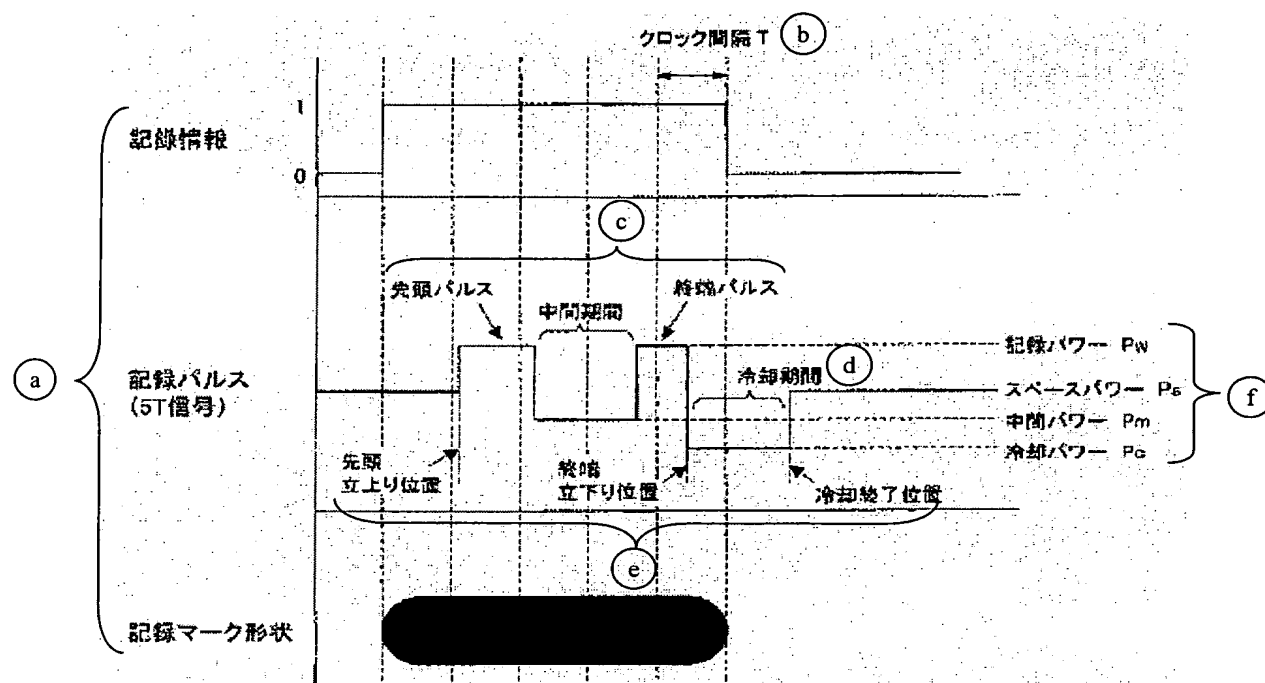
- Key:
- 1 Optical disk device (recording/reproduction device)
  - 2 Optical disk (information recording medium)
  - 3 Storage part
  - 10 Recording/reproduction circuit group
  - 11 Optical head (optical pickup)
  - 12 Pickup
  - 13 Pickup driver
  - 14 Laser driver
  - 15 Reproduction circuit
  - 20 Controller



Figures 3

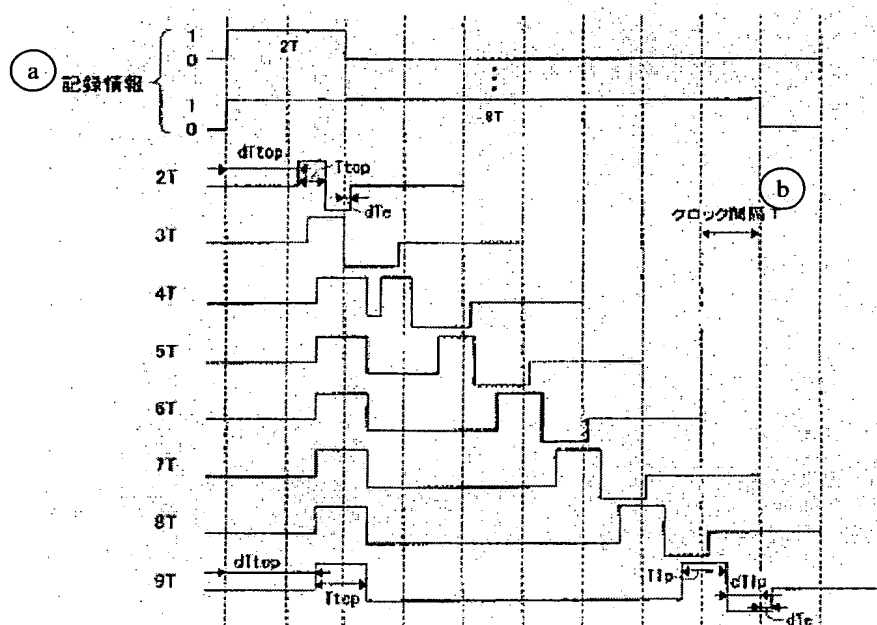


Key: a     Light beam  
 2     Optical disk  
 41     Setting region  
 42     User region



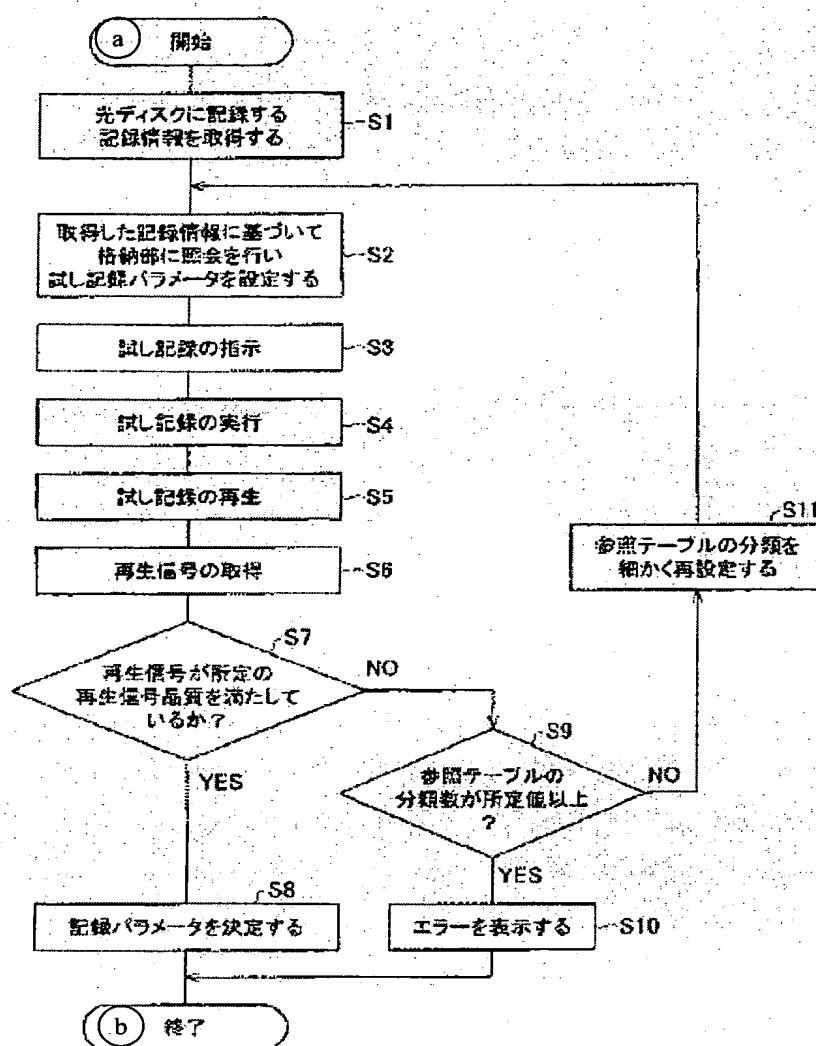
Figures 4

Key: a     Recording information  
          Recording pulse (5T signal)  
          Recording mark shape  
 b     Clock interval T  
 c     Head pulse  
          Intermediate period  
          Tail pulse  
 d     Cooling period  
 e     Head rising position  
          Tail falling position  
          Cooling end position  
 f     Recording power P<sub>W</sub>  
          Setting power P<sub>S</sub>  
          Intermediate power P<sub>m</sub>  
          Cooling power P<sub>C</sub>



Figures 5

Key: a Recording information  
b Clock interval T



Figures 6

- Key:
- a     START
  - b     END
  - S1    Acquisition of recording information stored on optical disk
  - S2    Checking of storage part and setting of test recording parameters based on acquired recording information
  - S3    Instruction for test recording
  - S4    Execution of test recording
  - S5    Reproduction of test recording
  - S6    Acquisition of reproduction signal
  - S7    Does reproduction signal achieve prescribed reproduction signal quality?
  - S8    Determination of recording parameter

- S9 Does number of classifications of reference table exceed prescribed value?  
 S10 Error display  
 S11 Finer resetting of classification of reference table

	記録マーク長 (a)	
	4T以上 (b)	
(a)	dTlp	b4

Figures 7

- Key: a Recording mark length  
 b 4T or longer

	記録マーク長 (a)	
	4T	5T以上 (b)
dTlp	b4	b5

Figures 8

- Key: a Recording mark length  
 b 5T or longer

	記録マーク長 (a)		
	4T	5T	6T以上 (b)
dTlp	b4	b5	b6

Figures 9

- Key: a Recording mark length  
 b 6T or longer

	記録マーク長 (a)			
	4T	5T	6T	7T以上 (b)
dTlp	b4	b5	b6	b7

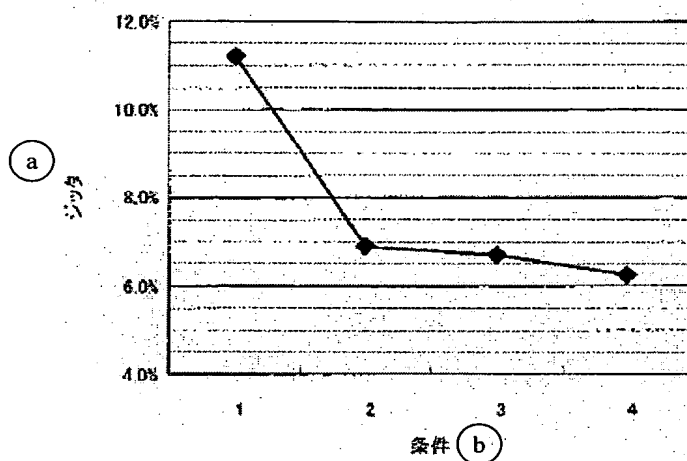
Figures 10

- Key: a Recording mark length  
 b 7T or longer

	記録マーク長 (a)		
	2T	3T	4T以上 (b)
dTtop	c2	c3	c4

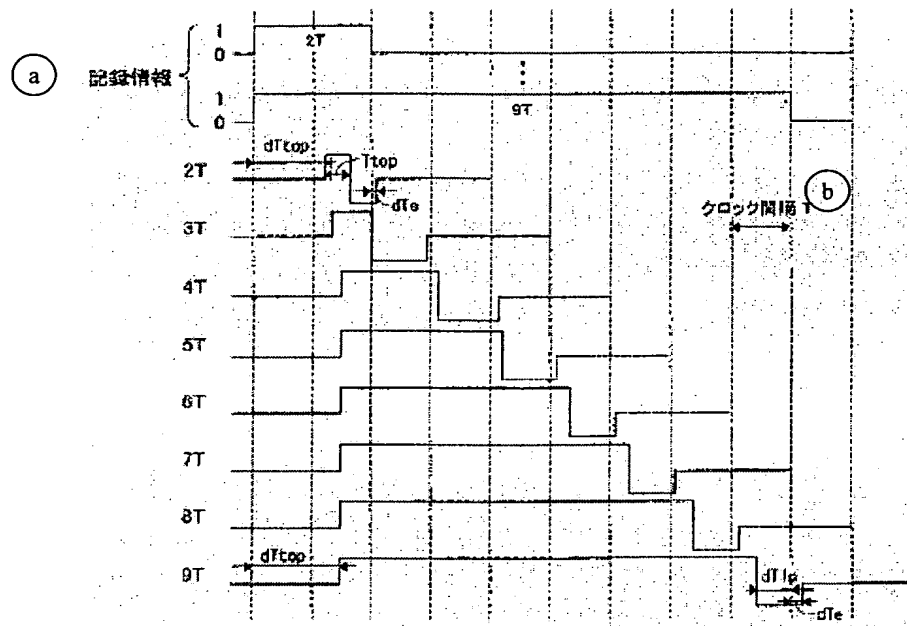
Figures 11

Key: a     Recording mark length  
 b     4T or longer



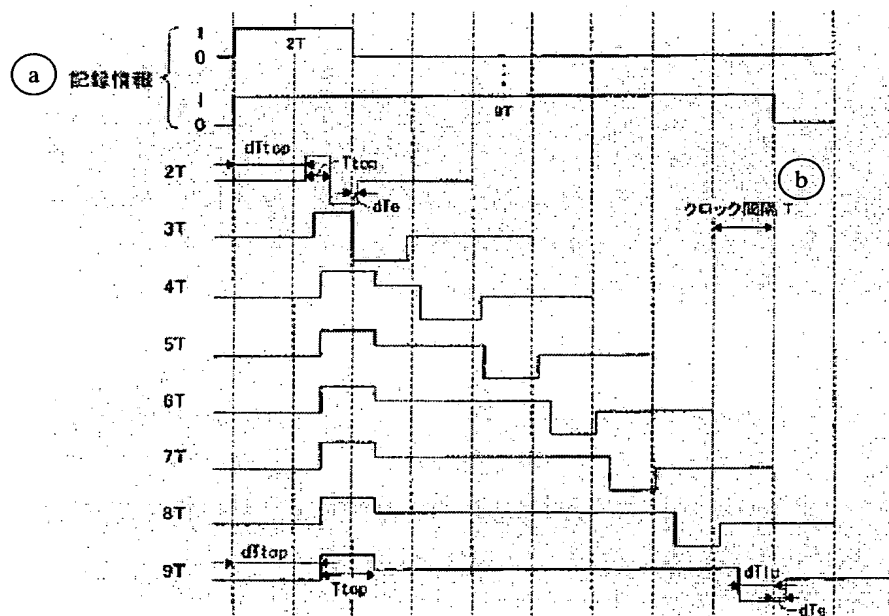
Figures 12

Key: a     Jitter  
 b     Condition



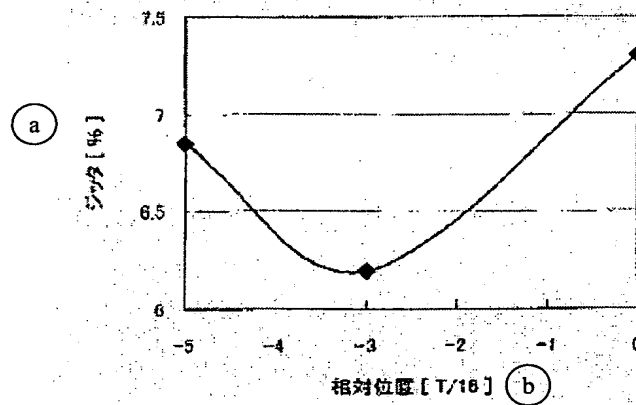
Figures 13

Key: a Recording information  
b Clock interval T



Figures 14

Key: a Recording information  
b Clock interval T



Figures 15

Key: a Jitter (%)  
b Relative position (T/16)

(a)

	記録マーク長 (a)		
	2T	3T	4T以上 (b)
dT <sub>top</sub>	d4	d5	d6

(b)

	記録マーク長 (a)			
	2T	3T	4T	5T以上 (c)
dT <sub>lp</sub>	e4	e5	e6	e7

Figures 16

Key: a Recording mark length  
b 4T or longer  
c 5T or longer

		記録マーク長 (a)		
		2T	3T	4T以上 (d)
(b) 前スペース長	2T	a22	a23	a24
	3T	a32	a33	a34
	4T	a42	a43	a44
	5T以上 (c)	a52	a53	a54

Figures 17

Key: a Recording mark length  
 b Preceding space length  
 c 5T or longer  
 d 4T or longer

		記録マーク長 (a)	
		3T	4T以上 (c)
(b) 後スペース長	2T	a23	a24
	3T	a33	a34
	4T	a43	a44
	5T以上 (d)	a53	a54

Figures 18

Key: a Recording mark length  
 b Succeeding space length  
 c 4T or longer  
 d 5T or longer





**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

記録情報に応じて記録マークを形成するためのパルス列の記録パラメータが所定領域に記録された情報記録媒体から、上記記録パラメータを読み出して記録動作のために使用する記録再生装置であって、

第1所定記録マーク長から最大の記録マーク長までのそれぞれの記録マークを形成するためのパルス列は、先頭パルスを含む先頭部と、終端パルス及び冷却期間を含む終端部と、上記先頭部と上記終端部との間の期間である中間期間で構成される中間部とを含んでおり、

上記第1所定記録マーク長より短い記録マーク長から最小の記録マーク長までのそれぞれの記録マークを形成するためのパルス列は、先頭パルスを含む先頭部と、終端パルスを含まず、冷却期間を含む終端部とを含んでおり、

上記記録パラメータは、

上記記録マークのうちの前エッジの熱を制御するための上記先頭部の記録パラメータから構成される第1記録パラメータ群と、

上記記録マークのうちの後エッジの熱を制御するための上記終端部の記録パラメータから構成される第2記録パラメータ群とを含んでおり、

上記第1記録パラメータ群は、上記記録情報のうちの少なくとも記録マーク長に応じて分類されているとともに、上記第1所定記録マーク長から最大の記録マーク長までが、同一の分類にされており、

上記第2記録パラメータ群は、上記記録情報のうちの少なくとも記録マーク長に応じて分類されているとともに、第2所定記録マーク長から最大の記録マーク長までが、同一に分類されており、

上記第2所定記録マーク長は、上記第1所定記録マーク長よりも長い記録マーク長であることを特徴とする記録再生装置。

**【請求項 2】**

上記第2記録パラメータ群の第1所定記録マーク長以上の分類を、当該第1所定記録マーク長と当該第1所定記録マーク長以外の記録マーク長とに分類していることを特徴とする請求項1に記載の記録再生装置。

**【請求項 3】**

上記第2記録パラメータ群の第1所定記録マーク長以上の分類を、当該第1所定記録マーク長と当該第1所定記録マーク長以外の記録マーク長とに分類し、当該第1所定記録マーク長以外の記録マーク長の記録パラメータを、当該第1所定記録マーク長の記録パラメータに対して、異なった値に設定することを特徴とする請求項2に記載の記録再生装置。

**【請求項 4】**

上記第2記録パラメータ群に含まれる上記終端部の記録パラメータは、上記記録マークを形成するためのパルス列の終端立下り位置であるとともに、上記第1所定記録マーク長以外の記録マーク長の記録マークを形成するためのパルス列の終端立下り位置を、上記第1所定記録マーク長の記録マークを形成するためのパルス列の終端立下り位置に対して、各記録マーク長に対応する記録情報の立下り位置を基準として、時間軸方向の時間の進行方向に対して逆方向に、相対的にずらして設定することを特徴とする請求項3に記載の記録再生装置。

**【請求項 5】**

上記第2記録パラメータ群に含まれる上記終端部の記録パラメータは、上記記録マークを形成するためのパルス列の終端立下り位置であることを特徴とする請求項1に記載の記録再生装置。

**【請求項 6】**

上記第2記録パラメータ群に含まれる上記終端部の記録パラメータは、上記記録マークを形成するためのパルス列の終端パルスの幅であることを特徴とする請求項1に記載の記録再生装置。

## 【請求項 7】

上記第 2 記録パラメータ群に含まれる上記終端部の記録パラメータは、上記記録マークを形成するためのパルス列の冷却期間の終了する冷却終了位置であることを特徴とする請求項 1 に記載の記録再生装置。

## 【請求項 8】

上記第 2 記録パラメータ群に含まれる上記終端部の記録パラメータは、上記記録マークを形成するためのパルス列の冷却期間が開始する冷却開始位置であることを特徴とする請求項 1 に記載の記録再生装置。

## 【請求項 9】

上記第 1 記録パラメータ群に含まれる上記先頭部の記録パラメータは、上記記録マークを形成するためのパルス列の先頭立上り位置であることを特徴とする請求項 1～8 のいずれか 1 項に記載の記録再生装置。 10

## 【請求項 10】

上記第 1 記録パラメータ群に含まれる上記先頭部の記録パラメータは、上記記録マークを形成するためのパルス列の先頭パルスの幅であることを特徴とする請求項 1～9 のいずれか 1 項に記載の記録再生装置。

## 【請求項 11】

上記第 1 所定記録マーク長は、4 T 以上であることを特徴とする請求項 1～10 のいずれか 1 項に記載の記録再生装置。

## 【請求項 12】

請求項 1～11 のいずれか一項に記載の記録再生装置が読み出す記録パラメータがユーザ領域に記録されることを特徴とする情報記録媒体。 20

## 【請求項 13】

請求項 12 に記載の情報記録媒体を再生する再生装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、情報の記録再生を行うための記録再生装置、情報記録媒体及び再生装置に関するものである。

## 【背景技術】

## 【0002】

大容量のデータを記録する情報記録媒体（例えば、光ディスク）の記録再生装置では、レーザ光を情報記録媒体上に集光させて加熱することによって、当該媒体の物理特性を変化させて情報を記録する技術が従来から用いられている。情報記録媒体上に記録マークが形成される状態（以下、「マーク」と呼ぶ）と記録マークが形成されない状態（以下、「スペース」と呼ぶ）との 2 つの状態、および上記 2 つの状態の長さとして、上記情報記録媒体上には 2 値のデジタルデータが記録されることになる。ここでは、上記デジタルデータのことを記録情報と呼ぶことにする。実際に記録情報を情報記録媒体に記録するときは、記録する記録情報に応じて設定される記録パラメータを用いてレーザ光を変化させることによって、情報記録媒体上に記録マークを形成し、記録情報を記録する。 40

## 【0003】

また、近年では、取り扱うデータ容量の増加に対して、記録再生装置の処理時間を短縮するために、記録の高速化が進んでいる。高速記録が可能な情報記録媒体では、下位互換のために低速で記録できることも望まれることから、記録感度を向上させるために熱が蓄積しやすい特性となっている。上述の熱の蓄積は、記録マークの歪みを生じさせて再生信号品質を悪化させる可能性があるため、高速記録が可能な情報記録媒体では、記録マーク形成のための熱の制御が重要になっている。

## 【0004】

記録マーク形成のための熱の制御に用いられる技術としては、高度なレーザ出力制御技術であるライトストラテジが知られており、ライトストラテジでは、上述した記録パラメ 50

ータをもとにレーザ出力制御を行うことによって、記録マーク形成のための熱の制御を行っている。従って、記録パラメータの数が多いほど、記録マーク形成のための熱の制御が複雑になる。また、記録パラメータを参照テーブルとして情報記録媒体に記録しておいて、記録再生装置で読み出して設定する場合、記録パラメータの数が多いと、記録再生装置で参照テーブルの情報を読み出すための処理時間が長くなり、記録を開始するまでに時間がかかってしまうことになる。よって、使用する記録パラメータの数はできるだけ少ないほうが望ましい。

#### 【0005】

そこで、例えば特許文献1では、記録パラメータに対して定義した参照テーブルを備え、テーブルを参照しながら記録マーク形成のための熱を制御する光ディスク記録方法が開示されている。

#### 【0006】

具体的には、特許文献1では、記録パラメータのうち、記録マークを形成し始める位置である前エッジの熱を制御するための先頭パルスに関して、記録マークの前スペース長を2T、3T、4T、5T以上の4種類に分類し、記録マーク長を2T、3T、4T以上の3種類に分類した参照テーブルを用いている(図17参照)。また、記録パラメータのうち、記録マークを形成し終わる位置である後エッジの熱を制御するための最終パルスに関しては、記録マークの後スペース長を2T、3T、4T、5T以上の4種類に分類し、記録マーク長を3T、4T以上の2種類に分類した参照テーブルを用いている(図18参照)。すなわち、特許文献1では、参照テーブルでのマーク長の分類を4T以上では同じ分類にまとめ、前スペース長および後スペース長の分類を5T以上では同じ分類にまとめることによって、記録パラメータの数を少なくして記録マーク形成のための前エッジの熱および後エッジの熱を制御している。ここで、Tはクロック1周期分の時間を表している。従って、例えば2Tマーク長とは、クロック2周期分の時間に「1」の記録マークが形成される領域、つまり記録領域を表しており、2Tスペース長とは、クロック2周期分の時間に記録マークが形成されていない領域を表している。

【特許文献1】特開2005-92942号公報(平成17年4月7日公開)

#### 【発明の開示】

#### 【発明が解決しようとする課題】

#### 【0007】

記録の高速化が今後進んでいくにつれて、より記録感度を向上させた情報記録媒体に記録マークを形成することになる。レーザ光によって記録マークを形成する場合、記録マークを形成し終わる位置である記録マークの後エッジに熱分布は偏るので、記録の高速化に伴って、後エッジに熱が蓄積する傾向がより強まることになる。従って、記録パラメータによって、更に厳密な後エッジの熱の制御を行う必要性が生じてきている。

#### 【0008】

しかしながら、特許文献1では、記録マークを形成し始める位置である前エッジの熱の制御を行うための記録パラメータの分類と、厳密な制御が必要になる後エッジの熱の制御を行うための記録パラメータの分類とを同じ設定にしている。つまり、いずれも4T以上の記録マーク長を同じ分類とした参照テーブルを利用している。また、記録パラメータを定義した参照テーブルにおいて、記録パラメータの数を少なくするために、記録マーク長および前後スペース長の分類を何に基づいてまとめたのかについては具体的に開示されていない。そのため、記録パラメータの数を少なく抑えてはいるが、記録マークを実際に読み出した際に良好な再生信号品質が得られる保証がない(所定の再生信号品質を満足する保証がない)という問題点を有していた。

#### 【0009】

本発明は、上記従来の問題点を鑑みなされたものであって、その目的は、使用する記録パラメータの数を抑えながらも、より確実に良好な再生信号品質が得られる記録マークを形成することを可能にする記録再生装置、情報記録媒体及び再生装置を提供することにある。

## 【課題を解決するための手段】

## 【0010】

本発明の記録再生装置は、上記課題を解決するために、記録情報に応じて記録マークを形成するためのパルス列の記録パラメータが所定領域に記録された情報記録媒体から、上記記録パラメータを読み出して記録動作のために使用する記録再生装置であって、第1所定記録マーク長から最大の記録マーク長までのそれぞれの記録マークを形成するためのパルス列は、先頭パルスを含む先頭部と、終端パルス及び冷却期間を含む終端部と、上記先頭部と上記終端部との間の期間である中間期間で構成される中間部とを含んでおり、上記第1所定記録マーク長より短い記録マーク長から最小の記録マーク長までのそれぞれの記録マークを形成するためのパルス列は、先頭パルスを含む先頭部と、終端パルスを含まず、冷却期間を含む終端部とを含んでおり、上記記録パラメータは、上記記録マークのうちの10  
前エッジの熱を制御するための上記先頭部の記録パラメータから構成される第1記録パラメータ群と、上記記録マークのうちの後エッジの熱を制御するための上記終端部の記録パラメータから構成される第2記録パラメータ群とを含んでおり、上記第1記録パラメータ群は、上記記録情報のうちの少なくとも記録マーク長に応じて分類されているとともに、上記第1所定記録マーク長から最大の記録マーク長までが、同一の分類にされており、上記第2記録パラメータ群は、上記記録情報のうちの少なくとも記録マーク長に応じて分類されているとともに、第2所定記録マーク長から最大の記録マーク長までが、同一に分類されており、上記第2所定記録マーク長は、上記第1所定記録マーク長よりも長い記録20  
マーク長であることを特徴としている。

## 【0011】

また、本発明の記録再生装置は、上記構成に加えて、上記第2記録パラメータ群の第1所定記録マーク長以上の分類を、当該第1所定記録マーク長と当該第1所定記録マーク長以外の記録マーク長とに分類していても良い。

## 【0012】

また、本発明の記録再生装置は、上記構成に加えて、上記第2記録パラメータ群の第1所定記録マーク長以上の分類を、当該第1所定記録マーク長と当該第1所定記録マーク長以外の記録マーク長とに分類し、当該第1所定記録マーク長以外の記録マーク長の記録パラメータを、当該第1所定記録マーク長の記録パラメータに対して、異なった値に設定しても良い。30

## 【0013】

また、本発明の記録再生装置は、上記構成に加えて、上記第2記録パラメータ群に含まれる上記終端部の記録パラメータは、上記記録マークを形成するためのパルス列の終端立下り位置であるとともに、上記第1所定記録マーク長以外の記録マーク長の記録マークを形成するためのパルス列の終端立下り位置を、上記第1所定記録マーク長の記録マークを形成するためのパルス列の終端立下り位置に対して、各記録マーク長に対応する記録情報の立下り位置を基準として、時間軸方向の時間の進行方向に対して逆方向に、相対的にずらして設定しても良い。

## 【0014】

また、本発明の記録再生装置は、上記構成に加えて、上記第2記録パラメータ群に含まれる上記終端部の記録パラメータは、上記記録マークを形成するためのパルス列の終端立下り位置であっても良い。40

## 【0015】

また、本発明の記録再生装置は、上記構成に加えて、上記第2記録パラメータ群に含まれる上記終端部の記録パラメータは、上記記録マークを形成するためのパルス列の終端パルスの幅であっても良い。

## 【0016】

また、本発明の記録再生装置は、上記構成に加えて、上記第2記録パラメータ群に含まれる上記終端部の記録パラメータは、上記記録マークを形成するためのパルス列の冷却期間の終了する冷却終了位置であっても良い。50

## 【0017】

また、本発明の記録再生装置は、上記構成に加えて、上記第2記録パラメータ群に含まれる上記終端部の記録パラメータは、上記記録マークを形成するためのパルス列の冷却期間が開始する冷却開始位置であっても良い。

## 【0018】

また、本発明の記録再生装置は、上記構成に加えて、上記第1記録パラメータ群に含まれる上記先頭部の記録パラメータは、上記記録マークを形成するためのパルス列の先頭立上り位置であっても良い。

## 【0019】

また、本発明の記録再生装置は、上記構成に加えて、上記第1記録パラメータ群に含まれる上記先頭部の記録パラメータは、上記記録マークを形成するためのパルス列の先頭パルスの幅であっても良い。

## 【0020】

また、本発明の記録再生装置は、上記構成に加えて、上記第1所定記録マーク長は、4T以上であっても良い。

## 【0021】

また、本発明の情報記録媒体は、上記構成に加えて、上記記録再生装置が読み出す記録パラメータがユーザ領域に記録されても良い。

## 【0022】

また、本発明の再生装置は、上記構成に加えて、上記情報記録媒体を再生しても良い。

## 【発明の効果】

## 【0023】

本発明によれば、記録パラメータ群の分類数を増やしながらか所定の再生信号品質を満足する記録パラメータを決定していくことになるので、所定の再生信号品質を満足する記録パラメータが決定したときの記録パラメータ群の分類数をより少なく抑えることが可能になる。さらに、少なくとも後エッジの熱を制御するための記録パラメータを、所定の再生信号品質を満足するように決定することになるので、後エッジに蓄積した熱の影響を補償して、良好な再生信号品質が得られる記録マークを形成することが可能になる。したがって、使用する記録パラメータの数を抑えながらも、より確実に良好な再生信号品質が得られる記録マークを形成することを可能にするという効果を奏する。

## 【発明を実施するための最良の形態】

## 【0024】

## 〔実施の形態1〕

本発明の一実施形態について図1～図16(b)に基づいて説明すれば、以下の通りである。

## 【0025】

最初に、本実施の形態に係る記録再生装置として、光ディスク装置(記録再生装置)1を例に挙げて説明する。図2に示すように、本実施の形態に係る光ディスク装置1は、光ヘッド(光ピックアップ)11、ピックアップ12、ピックアップ駆動回路13、レーザ駆動回路14、再生回路15、および制御部20を備えている。また、ピックアップ駆動回路13、レーザ駆動回路14、および再生回路15によって記録再生回路群10が構成されている。光ディスク装置1は、光ディスク2に対して情報の記録および再生を行う装置である。なお、光ディスク2は光学ディスクであればよく、例えば光磁気ディスクなど、その種類は限定されるものではない。

## 【0026】

まず、光ヘッド11はピックアップ12に備えられており、光ヘッド11は光ディスク2に対して、情報を記録再生するための光ビーム(レーザビーム)を照射するとともに、光ディスク2からの反射光を検出し、再生回路15に対して出力するものである。ピックアップ12は、光ヘッド11を備えてデータの記録および再生を行うものであり、光軸方向および光ディスク2の経方向であるラジアル方向に対して移動可能になっている。

## 【0027】

続いて、ピックアップ駆動回路13は、制御部20からの制御信号に従ってピックアップ12を駆動させるものであって、ピックアップ12を光ディスク2の図示しないトラックに対して、つまり上記ラジアル方向および上記光軸方向に移動させるものである。さらに、レーザ駆動回路14は、光ヘッド11から照射する光ビームの出力を制御するものである。そして、再生回路15は、光ヘッド11が検出した反射光を再生信号に変換し、制御部20に対して出力するものである。

## 【0028】

制御部20は、光ディスク2に記録させる情報である記録マークの記録パラメータを設定するものである。また、制御部20は、ピックアップ駆動回路13を介してピックアップ12を移動させるものであり、レーザ駆動回路14を介して光ヘッド11から光ビーム照射させるものである。そして、光ヘッド11が検出した反射光を変換した再生信号を、再生回路15から受け取るものでもある。なお、制御部20については後に詳述する。

## 【0029】

次に、図3を用いて光ディスク装置1によって情報が記録される光ディスク2の概要について説明を行う。光ディスク2は、図3に示すように設定用領域41およびユーザ領域42を備えている。設定用領域41は、情報の試し記録を行うための領域（部位）であり、ユーザ領域42はユーザが所望する情報を記録するための部位である。また、設定用領域41は、後述する参照テーブルを記録している領域でもある。

## 【0030】

なお、設定用領域41の位置は、図3に示した位置に限らず、光ディスク2の任意の半径位置に存在していてもよいし、設定用領域41は複数存在していてもよい。

## 【0031】

次に、光ディスク装置1によって光ディスク2へ情報を記録する動作、および光ディスク装置1によって光ディスク2に記録された情報を再生する動作のそれぞれについて簡単に説明を行う。

## 【0032】

光ディスク装置1によって光ディスク2へ情報を記録する場合には、まず、記録情報に基づいて制御部20が記録パラメータを設定する。そして、光ヘッド11から記録用の光ビームが光ディスク2の設定用領域41に照射され、光ディスク2の設定用領域41のトラックに情報が記録されることになる。また、光ディスク装置1によって光ディスク2に記録された情報を再生する場合には、まず、制御部20がピックアップ駆動回路13を介してピックアップ12を光ディスク2の設定用領域41またはユーザ領域42のうちの情報が記録されている記録部位へ移動させる。そして、制御部20がレーザ駆動回路14を介して、光ヘッド11から再生用の光ビームを光ディスク2の情報が記録された記録部位のトラックに対して照射する。光ヘッド11が検出した反射光は、再生回路15にて再生信号に変換され、制御部20に入力される。これにより、上記光ディスク装置1は、光ディスク2のトラックに記録された情報を再生することができる。ここで、記録情報とは、光ディスク2上に記録マークが形成される状態（マーク）と記録マークが形成されない状態（スペース）との2つの状態、および上記2つの状態の長さとして、光ディスク2（情報記録媒体）上に記録される2値のデジタルデータのことを表す。従って、記録情報では、記録パラメータに設定する光ディスク2上に記録マークが形成される状態（マーク）と記録マークが形成されない状態（スペース）との2つの状態、および上記2つの状態の長さが指定されていることになる。

## 【0033】

また、本実施の形態に係る光ディスク装置1は、上述したように光ディスク2の設定用領域41にまず記録（試し記録）を行い、試し記録の情報を再生して得られる再生信号の値に基づいて、制御部20によって記録パラメータの設定を行っている。そして、設定した当該記録パラメータに従ってユーザ領域42の各トラックに情報を記録している。なお、光ディスク装置1の記録パラメータ設定後のユーザ領域42への記録動作は一般に知ら

れた記録動作と同様であり、ここでの詳細な説明は省略する。また、制御部 20 での記録パラメータの設定については、後に制御部 20 についての説明とともに詳述する。

#### 【0034】

制御部 20 と制御部 20 での記録パラメータの設定とについての詳述を行う前に、図 4 および図 5 を用いて記録パラメータについて説明する。以下の説明では、変調方式として (1, 7) RLL (Run Length Limited code) を例に挙げて説明を行うが、本実施の形態においては、変調方式は (1, 7) RLL の変調方式に限るものではない。なお、(1, 7) RLL コードとは、磁氣的、光学的デジタル記録において、反転間隔の最小値と最大値とを制限したコードである。

#### 【0035】

また、この (1, 7) RLL の変調方式では、後で詳述するが、記録パルスのパルス列は、最短の記録マーク 2 T が先頭部と終端部とから構成される一方、最短の記録マークよりも長い記録マークではこの先頭部と終端部との間に当該マーク長に応じた中間部を加えて構成される。なお、他の変調方式においては、例えば、最短の記録マーク長が 3 T から始まるものもあり、このときは最短の記録マーク長が先頭部、中間部、終端部にて構成されている (例えば、DVD-RW 等)。また、先頭部のみで構成されているものもある (例えば、DVD-R 等)。ここで、T はクロック 1 周期分の時間を表している。従って、例えば記録マーク長が 3 T の場合には、クロック 3 周期分の時間に記録マークが形成される記録領域を表すことになる。

#### 【0036】

図 4 に示すように、光ディスク 2 には、記録を行うための媒体温度分布を考慮し、記録情報に対応する記録パルスのパルス列が設定されている。図 4 では、記録情報が 5 T の記録マーク長であった場合を例として、記録情報に対応するための記録パルスを示している。記録パルスのパルス列は、時間と記録パルスのパワーとで表されており、図 4 の横軸方向が照射時間を、図 4 の縦軸方向が記録パルスのパワーを表している。

#### 【0037】

上記パルス列は、上述したように、先頭部と終端部、中間部とから構成されている。図 4 に示すように、ここでは、先頭立上り位置および先頭パルスで構成される部分を先頭部、終端パルス、終端立上り位置、冷却期間、および冷却終了位置で構成される部分を終端部、先頭パルスと終端パルスの間の期間である中間期間で構成される部分を中間部としている。また、上記パルス列は、図 4 に示すように、記録パワー、スペースパワー、中間パワーおよびバイアス (冷却) パワーとからも構成されている。そして、本実施の形態では、パルス列を構成する記録パワー、スペースパワー、中間パワーおよびバイアス (冷却) パワーを記録パワーパラメータと呼ぶことにする。これらの記録パワーパラメータは上述の記録パラメータに含まれる。なお、図 4 では、先頭部、終端部の記録パルスの記録パワーは同一になっているが、必ずしもこれに限らず、先頭部と終端部とで別個の記録パワーであってもよい。また、図 4 では、記録パワー、スペースパワー、中間パワー、バイアス (冷却) パワーの順にパワーが小さくなっているが、必ずしもこれに限らない。ただし、先頭部または終端部の記録パルスの記録パワーのいずれかが最も大きく、冷却パワーが最も小さいことが好ましい。

#### 【0038】

また、図 5 に、2 T の記録マーク長から 9 T の記録マーク長までのそれぞれの記録マークを形成するためのパルス列、および記録パルスパラメータを示す。図 5 では、2 T の記録マーク長の記録マークおよび 3 T の記録マーク長の記録マークは、先頭パルスおよび冷却期間で構成されていて、4 T の記録マーク長以上の記録マークは、先頭パルス、中間期間、終端パルス、および冷却期間で構成されている例を示している。また、図 5 において、d T t o p は先頭部のパルス開始位置である先頭立上り位置、T t o p は先頭パルスの幅、d T e は終端部の冷却期間の終了する冷却終了位置、および T l p は終端パルスの幅、d T l p は終端パルスの立下り位置 (終端立下り位置) を示している。なお、d T l p は終端パルスの立下り位置であるとともに、パルス列の終端部にある冷却期間の冷却開始



位置ともいえる。また、 $dTe$ は終端部の冷却期間の終了する冷却終了位置であるとともに、冷却期間に続くスペースパワー $Ps$ を照射する期間の開始位置ともいえる。 $dTtop$ 、 $dTe$ 、 $dTlp$ はそれぞれクロックの基準タイミングからの時間で設定されるものであって、 $dTtop$ は、各記録マーク長に対応する記録情報の立上り位置（0から1になる位置）を基準とした時間で設定され、 $dTe$ と $dTlp$ とは、各記録マーク長に対応する記録情報の立下り位置（1から0になる位置）を基準とした時間で設定される。このとき、全ての記録マーク長に対して、同じ基準が使用される。なお、図5において、 $dTtop$ は、記録情報の立上り位置を基準とした時間で設定されているが、記録情報の立上り位置から所定クロック間隔ずれた位置を基準にしてもよい。同様に、図5において、 $dTe$ と $dTlp$ とは、記録情報の立下り位置を基準とした時間で設定されているが、記録情報の立下り位置から所定クロック間隔ずれた位置を基準にしてもよく、記録情報の立下り位置からの基準位置のずれ量を $dTe$ と $dTlp$ とで別々に設定してもよい。本実施の形態では、記録パルスのタイミングを定義する $dTtop$ 、 $Ttop$ 、 $dTe$ 、 $Tlp$ 、 $dTlp$ を記録パルスパラメータと呼ぶことにする。これらの記録パルスパラメータは上述の記録パラメータに含まれる。

#### 【0039】

なお、図5において、 $Ttop$ によって先頭パルスの幅を設定しているが、先頭パルスの立下り位置に記録パルスパラメータを設定しても、先頭パルスの期間を表現することができる。同様に、 $Tlp$ によって終端パルスの幅を設定しているが、終端パルスの立上り位置に記録パルスパラメータを設定しても、終端パルスの期間を表現することができる。

#### 【0040】

記録パルスパラメータの値を変化させることにより、形成される記録マークの形状が変化する。先頭部を構成する $dTtop$ および $Ttop$ は、記録マークを形成し始める位置である前エッジの形状を変化させるため、記録パルスパラメータのうちの $dTtop$ および $Ttop$ のパラメータによって前エッジの熱の制御を行うことができる。また、終端部を構成する $dTe$ 、 $Tlp$ 、および $dTlp$ は、記録マークを形成し終わる位置である後エッジの形状を変化させるため、記録パルスパラメータのうちの $dTe$ 、 $Tlp$ 、および $dTlp$ のパラメータによって後エッジの熱の制御を行うことができる。他にも、記録パワーパラメータのうちの中間パワーの値の変化は中間部の熱の蓄積を変化させるため、記録パワーパラメータのうちの中間パワーのパラメータによって前エッジから後エッジまでの間の記録マークの形状の制御を行うことができる。

#### 【0041】

また、上述した記録パワーパラメータおよび記録パルスパラメータからなる記録パラメータの値は参照テーブル（記録パラメータ群）の形で設定用領域41に記録されており、光ディスク装置1に読み取られて格納部3に格納（記録）されている。なお、格納部3はメモリ等の情報記録媒体、サーバなどの何れであってもよく、光ディスク装置1に備えられていてもよいし、光ディスク装置1の外部に接続可能にそなえられていてもよい。また、参照テーブルの詳細については後述する。

#### 【0042】

次に、光ディスク装置1の制御部20での記録パラメータの設定について詳細な説明を行う。まず、図1を用いて制御部20の構成の概要について説明を行う。図1は本実施の形態における制御部20の構成を示す機能ブロック図である。

#### 【0043】

図1に示すように、制御部20は、記録パラメータ設定部（記録パラメータ設定装置）21を備えている。記録パラメータ設定部21は、制御部20の機能のうち、光ディスク2に記録させる情報である記録マークの記録パラメータを設定する働き、レーザ駆動回路14を介して光ヘッド11から光ビーム照射させる働き、および光ヘッド11が検出した反射光を変換した再生信号を再生回路15から受け取る働きを担っている。また、記録パラメータ設定部21は、記録情報取得部22、試し記録パラメータ設定部（試し記録パラメータ設定手段）23、試し記録指示部24、再生信号取得部25、再生信号品質判定部

(再生信号品質判定手段) 26、および記録指示部27を備えており、上記各部によって上述した働きを担っている。

【0044】

記録情報取得部22は、光ディスク2に記録する記録情報を取得するものである。記録情報の取得先としては制御部20の上位の制御部、記録情報を格納したメモリ、サーバなどの何れであってもよく、記録情報の取得先は光ディスク装置1に備えられていてもよいし、光ディスク装置1の外部に接続可能に備えられていてもよい。

【0045】

また、試し記録パラメータ設定部23は、記録情報取得部22で取得した記録情報に基づいて格納部3に照会を行うことによって、格納部3の参照テーブルに定義されている記録パラメータのうちの当該記録情報に応じた記録パラメータを得て、試し記録動作のための試し記録パラメータの設定を行うものである。また、試し記録パラメータ設定部23は、試し記録動作のための試し記録パラメータの再設定を行う命令(試し記録パラメータ変更命令)を、後述する再生信号品質判定部26から受けた場合に、試し記録パラメータの再設定を行うものである。上記試し記録パラメータの再設定については後述する。

【0046】

そして、試し記録指示部24は、試し記録パラメータ設定部23によって設定された試し記録パラメータに従って光ディスク2の設定用領域41に試し記録動作を行うように、ピックアップ駆動回路13およびレーザ駆動回路14に指示を行うものである。

【0047】

再生信号取得部25は、試し記録指示部24の指示によって光ディスク2の設定用領域41に試し記録が行われた記録マークから得られた再生信号を、再生回路15から取得するものである。

【0048】

そして、再生信号品質判定部26は、再生信号取得部25が取得した再生信号に基づいて、当該試し記録に用いた試し記録パラメータの良否を判定するものである。再生信号品質判定部26では、当該試し記録に用いた試し記録パラメータの良否を、再生信号取得部25が取得した再生信号が所定の再生信号品質を満たすか否かに応じて判定している。再生信号品質判定部26は、当該再生信号が所定の再生信号品質を満たしていた場合には、当該試し記録に用いた試し記録パラメータを記録パラメータとして決定(設定)し、記録指示部27に送るものである。また、再生信号品質判定部26は、当該再生信号が所定の再生信号品質を満たしていなかった場合には、試し記録パラメータ設定部23が照会した参照テーブルにおける分類数が所定値以上であったか否かの判定を行うものである。そして、当該参照テーブルにおける分類数が所定値以上でなかった場合には、試し記録パラメータの再設定を行う試し記録パラメータ変更命令を試し記録パラメータ設定部23へ送るとともに、格納部3に格納されている参照テーブルの分類を細かく再設定するものである。また、再生信号品質判定部26は、当該参照テーブルにおける分類数が所定値以上であった場合には、記録パラメータ設定エラーが生じたとして、図示していない表示部にエラーを表示させて記録パラメータ設定動作を終了させるものである。ここで言うところの所定値については後に詳述する。なお、ここで言うところの所定の再生信号品質とは、記録再生装置(本実施の形態では光ディスク装置1)の誤り訂正の機能によって十分に補償可能な範囲の再生信号品質であり、記録再生装置および光学ディスク(本実施の形態では光ディスク2)などの製造ばらつきを考慮して任意に設定する値である。再生信号品質としてはジッタ、エラーレートなどを用いることができ、光学ディスクごとにジッタ、エラーレートなどのボトムレベルの規格が存在する場合には、上記規格に定められたボトムレベルの値を所定の再生信号品質として利用することもできる。

【0049】

記録指示部27は、再生信号品質判定部26から送られてきた記録パラメータに従って光ディスク2のユーザ領域42に記録動作を行うようにピックアップ駆動回路13およびレーザ駆動回路14に指示を行うものである。

## 【0050】

以下、光ディスク装置1における記録パラメータの設定動作について、図6～11を用いて説明を行う。図6は、本実施の形態における記録パラメータの設定動作の動作フローを説明するフローチャートである。図7～図11は、本実施の形態における参照テーブルを示す図である。

## 【0051】

まず、ステップS1では、記録情報取得部22が、光ディスク2に記録する記録情報を取得する。続いてステップS2では、試し記録パラメータ設定部23が、記録情報取得部22で取得した記録情報に基づいて格納部3に照会を行い、試し記録パラメータの設定を行う。詳しくは、記録情報に基づいて、まずは図7および図11のような参照テーブルを参照し、当該記録情報に応じた記録パラメータを得て、試し記録パラメータの設定を行う。図7は、記録マークを形成し終わる位置である後エッジの熱を制御するための参照テーブルとして、記録パルスパラメータである終端パルスの立下り位置d T l pの参照テーブルを示している。図7では、4 T以上の記録マーク長に対して1種類のみの分類が対応した参照テーブルを使用している。このとき、記録情報の記録マーク長が4 T未満であった場合には、デフォルトで設定されている記録パラメータを記録パラメータとして設定し、記録情報の記録マーク長が4 T以上であった場合には、参照テーブルの対応する分類の値（ここでは、b 4）を記録パラメータとして設定する。例えば、デフォルトの設定としては、この場合ではT t o p、またはd T l pの値を予め設定しておけばよい。

## 【0052】

また、図11は、記録マークを形成し始める位置である前エッジの熱を制御するための参照テーブルとして、記録パルスパラメータである先頭立上り位置d T t o pの参照テーブルを示している。図11では、記録マーク長を2 T、3 T、4 T以上の3種類に分類しており、以降の試し記録ではこの分類数は変更しない。したがって、前エッジの熱を制御するための記録パラメータの数はこれ以上増加しない。

## 【0053】

上述したように、図7および11の参照テーブルはディスクの設定用領域41に記録されており、光ディスク装置1が上記参照テーブルを読み取って格納部3に格納する。以降、試し記録パラメータ設定部23は、格納部3の参照テーブルを参照して試し記録パラメータの設定を行う。ここでは、4 Tより長い記録マーク長（5 T以上）の終端パルスの立下り位置d T l pに対して、4 Tと同じ値、つまり、b 4を試し記録パラメータ設定部23に設定する。また、4 Tより長いマーク長（5 T以上）の先頭立上り位置d T t o pに対して、4 Tと同じ値、つまり、c 4を試し記録パラメータ設定部23に設定する。試し記録パラメータ設定部23は、5 T以上に4 Tと同じ値を設定するので、9 Tまでのそれぞれ異なる記録パラメータを読み出すのに比べて読み出し時間を短縮することができる。試し記録パラメータ設定部23は、4 Tから9 Tに同じ記録パラメータの値を設定し、試し記録の際には同じ変化量を与える。つまり、4 Tから9 Tまでの共通の試し記録時の変化量の値として4 Tの変化量の値を使用する。

## 【0054】

ステップS3では、試し記録指示部24が、試し記録パラメータ設定部23で設定された試し記録パラメータに従って光ディスク2の設定用領域41に試し記録動作を行うように、ピックアップ駆動回路13およびレーザ駆動回路14に指示を行う。続いて、ステップS4では、ピックアップ駆動回路13およびレーザ駆動回路14によって、当該試し記録パラメータに従った光ディスク2の設定用領域への情報の記録を、光ヘッド11に行わせる。そして、ステップS5では、光ヘッド11によって当該情報の再生を行って、再生回路15にて再生信号を得る。

## 【0055】

ステップS6では、再生信号取得部25が当該再生信号を取得し、再生信号品質判定部26に送る。続いて、ステップS7では、再生信号品質判定部26が、再生信号取得部25が取得した再生信号が所定の再生信号品質を満たすか否かの判定を行う。ここで、当該

再生信号が所定の再生信号品質を満たしていた場合（ステップS 7でYES）には、ステップS 8に移る。そして、当該再生信号が所定の再生信号品質を満たしていなかった場合（ステップS 7でNO）には、ステップS 9に移る。具体的には、所定の再生信号品質として、ジッタが所定値（例えば、6. 5 %以下）を満たすか否かによって、再生信号が所定の再生信号品質を満たすか否かの判定を行う。

【0056】

ステップS 8では、当該試し記録に用いた試し記録パラメータが、再生信号品質判定部26によって記録指示部27に送られる。つまり、光ディスク2のユーザ領域42に実際に記録動作を行うための記録パラメータが設定（決定）され、記録パラメータ設定動作が終了する。

10

【0057】

ステップS 9では、再生信号品質判定部26によって、試し記録パラメータ設定部23が照会した参照テーブルにおける分類数が所定値以上であったか否かの判定を行う。そして、当該参照テーブルにおける分類数が所定値以上であった場合（ステップS 9でYES）には、ステップS 10に移る。また、当該参照テーブルにおける分類数が所定値以上でなかった場合（ステップS 9でNO）には、ステップS 11に移る。上記所定値について以下で説明する。具体的に例を挙げると図7では参照テーブルの分類数は1つである。本実施の形態では、最大の記録マーク長は9Tであるため、4Tから9Tまでが個別に分類される場合に、参照テーブルの分類数は最大の6個となる。ここで、試し記録パラメータ設定部23が照会した参照テーブルにおける分類数が7個だと再生信号品質判定部26がステップS 9で判定したとき、図7の参照テーブルの分類数は最大6個であるので矛盾する。従って、記録パラメータ設定動作にエラーが生じていることになる。また、試し記録パラメータ設定部23が照会した参照テーブルにおける分類数が6個だと再生信号品質判定部26がステップS 9で判定したとき、図7の参照テーブルの分類数の最大値と同じであるので、これ以上分類数を増やすことが出来ず、記録パラメータ設定動作にエラーが生じていることになる。従って、本実施の形態では、記録パラメータ設定動作にエラーが生じていることを検出可能にするために、試し記録パラメータ設定部23が照会した参照テーブルにおける分類数の最大値を上記所定値として用いる。なお、試し記録動作のための試し記録パラメータを再設定するごとに、試し記録パラメータ設定部23が照会する参照テーブルも変更されるが、上記所定値は、上記参照テーブルの変更に伴って変化する参照テーブルの分類数の最大値に応じて変動する。

20

30

【0058】

ステップS 10では、記録パラメータ設定動作にエラーが生じたとして、再生信号品質判定部26が、図示していない表示部にエラーを表示させるとともに、記録パラメータ設定動作を終了させる。

【0059】

ステップS 11では、試し記録パラメータの再設定を行う試し記録パラメータ変更命令を試し記録パラメータ設定部23へ送るとともに、格納部3に格納されている参照テーブルの分類を細かく設定する。具体的には、4T以上の記録マーク長に対して1つの分類しかなかった参照テーブルの分類を、図8に示すように、4Tと5T以上とに対しての2種類に分類して試し記録パラメータ設定部23に設定できるようにする。これにより、4Tと5T以上との試し記録パラメータの設定値を独立に制御して試し記録を行うことができる。そして、試し記録パラメータ変更命令を受けた試し記録パラメータ設定部23が、新たに格納部3に照会を行い、図8の参照テーブルに定義されている記録パラメータのうちの当該記録情報に応じた記録パラメータを得て、試し記録動作に使用する試し記録パラメータの再設定を行う。このとき、5Tから9Tに同じ値を設定し、試し記録の際には同じ変化量を与える。つまり、5Tの値を、9Tまで共通の値として使用する。そして、参照テーブルの変更を行った後は、ステップS 2に戻って動作フローを繰り返す。なお、ステップS 2に戻って動作フローを繰り返すごとに、上述したようにして格納部3に格納されている参照テーブルの分類を細かく設定し直していく。具体的には、図8の参照テーブル

40

50

の次には、図9に示すような4 Tと5 Tと6 T以上との3種類に分類した参照テーブルを用いる。そして、図9の参照テーブルの次には、図10に示すような4 Tと5 Tと6 Tと7 T以上との4種類に分類した参照テーブルを用いるといったように、段階的に参照テーブルの分類を細かく設定し直していく。

#### 【0060】

なお、本実施の形態では、試し記録動作を開始した時点で格納部3に格納されている前エッジの熱を制御するための参照テーブルと後エッジの熱を制御するための参照テーブルとの両方で4 T以上（所定記録マーク長以上）が同一に分類されているが、必ずしもこれに限らない。例えば、試し記録動作を開始した時点で格納部3に格納されている前エッジの熱を制御するための参照テーブルと後エッジの熱を制御するための参照テーブルとのうち、上記後エッジの熱を制御するための参照テーブルは、上記前エッジの熱を制御するための参照テーブルよりも更に細かく分類されていることが好ましい。

#### 【0061】

また、上述した前エッジの熱を制御するための参照テーブルと後エッジの熱を制御するための参照テーブルとのうち、上記後エッジの熱を制御するための参照テーブルは、上記前エッジの熱を制御するための参照テーブルよりも更に細かく分類されているテーブルとして、光ディスク2の設定用領域41に記録しておいてもよい。この場合、参照テーブルが光ディスク装置1に読み取られて格納部3に格納（記録）されると、試し記録動作を開始した時点で格納部3に格納されている前エッジの熱を制御するための参照テーブルと後エッジの熱を制御するための参照テーブルとのうち、上記後エッジの熱を制御するための参照テーブルは、上記前エッジの熱を制御するための参照テーブルよりも更に細かく分類されることになる。すなわち、所定の記録マーク長以上で同じ分類とした前エッジの熱を制御するための参照テーブルと、所定の記録マーク長よりも長いマーク長で同じ分類とした（すなわち、所定の記録マーク長と所定の記録マーク長よりも長いマーク長とに分けて分類した）後エッジの熱を制御するための参照テーブルとを含むこととなる。

#### 【0062】

これにより、記録マークの前エッジの熱を制御する記録パラメータと比較して、記録マークの後エッジの熱を制御する記録パラメータを細かく分類することができ、前エッジと後エッジの記録パラメータの両方の分類の数を増やすよりも、記録パラメータの数を少なくすることができる。また、記録マークの後エッジは記録マークの他の領域よりも熱の影響を受けやすいので、後エッジの熱を制御するための参照テーブルをより細かく分類することによって、記録マークを形成し終わる地点である後エッジの熱をより厳密に制御でき、蓄積した熱の影響を補償して良好な再生品質が得られる記録マークを形成することが可能になる。

#### 【0063】

また、本実施の形態では、試し記録パラメータの再設定を行う場合には、格納部3に格納されている参照テーブルの分類を細かく設定する構成になっているが、必ずしもこれに限らない。例えば、格納部3に予め分類数の異なる複数の参照テーブルを格納しておき（例として、図7、図8、図9および図10の参照テーブルのすべてを格納部3に格納しておく等）、試し記録パラメータの再設定を行う場合には、試し記録パラメータ設定部23で照会する参照テーブルの種類を変更する構成に代えてもよい。

#### 【0064】

例えば、終端パルスの立下り位置d T l pについて最終的に決定した記録パラメータの参照テーブルが図10の参照テーブルの場合、記録マークの後エッジの熱を制御するための記録パラメータであるd T l pは、図10のように記録マーク長4 T以上が4 T、5 T、6 T、7 T以上に分類して設定されることになる。また、記録マークの前エッジの熱を制御するための記録パラメータであるd T t o pは、試し記録による再設定を行わないので、ステップS2での設定のまま、図11のように記録マーク長が2 T、3 T、4 T以上の3種類に分類して設定されることになる。

#### 【0065】

また、参照テーブルが光ディスク 2 の設定用領域 4 1 に記録されるケースでは、例えば記録パルスパラメータ  $dT_{top}$ 、 $dT_{lp}$  は、記録マーク長に応じた値が記録されることになり、図 16 (a) および図 16 (b) に示されるような記録パルスパラメータ  $dT_{top}$ 、 $dT_{lp}$  の値が設定用領域 4 1 に記録されることになる。

【0066】

図 16 (a) および図 16 (b) からわかるように、記録パルスパラメータ  $dT_{top}$  は 2 T、3 T、4 T 以上の 3 つの領域に分類されて割当てられており、一方、記録パルスパラメータ  $dT_{lp}$  は 2 T、3 T、4 T、5 T 以上の 4 つの領域に分類されて割当てられている。すなわち、記録パルスパラメータ  $dT_{top}$  の値を格納する領域は、記録マーク長に応じて割当てられているとともに、所定の記録マーク長以上 (図 16 (a) では 4 T 以上) の値を格納する領域は一つの領域に割当てられている。そして、記録パルスパラメータ  $dT_{lp}$  の値を格納する領域は、記録マーク長に応じて割当てられているとともに、所定の記録マーク長よりも長い記録マーク長 (図 16 (b) では 5 T 以上) の値を格納する領域は一つの領域に割当てられている。

【0067】

このように、参照テーブルが光ディスク 2 の設定用領域 4 1 に記録されるケースでも、後エッジの熱を制御して後エッジを形成するための参照テーブルは前エッジの熱を制御して前エッジを形成するための参照テーブルよりも更に細かく分類されていることとなる。よって、光ディスク 2 の設定領域 4 1 から参照テーブルを読み出すことによって、本発明の作用効果を得ることができる。

【0068】

なお、光ディスク 2 の設定領域 4 1 に記録する参照テーブルのそれぞれの値は、上述の試し書きによって記録された値でも良いし、出荷時の各種設定の際の事前記録として記録された値であってもよい。

【0069】

次に、本発明における作用効果について図 1 2 を用いて説明を行う。図 1 2 は、参照テーブルの分類の度合いと記録マークの再生信号のジッタとの相関関係を示す図である。

【0070】

条件 1 では、終端パルスの立下り位置  $dT_{lp}$  の記録パラメータとして、図 7 の参照テーブル (4 T 以上の記録マーク長に対して記録パルスパラメータを 1 つに分類したもの) を使用し、条件 2 では、図 8 の参照テーブル (4 T と 5 T 以上との記録マーク長に対して記録パルスパラメータを 2 つに分類したもの) を使用した。また、条件 3 として、図 9 の参照テーブル (4 T と 5 T と 6 T 以上との記録マーク長に対して記録パルスパラメータを 3 つに分類したもの) を使用し、条件 4 として、図 10 の参照テーブル (4 T と 5 T と 6 T と 7 T 以上との記録マーク長に対して記録パルスパラメータを 4 つに分類したもの) を使用した。例えば、所定の再生信号品質を、6.5 % 以下のジッタとした場合には、図 1 2 から明らかなように、条件 4 のみしか所定の再生信号品質を満足しないことになる。つまり、記録パラメータの数を少なくするために記録マーク長の分類をまとめすぎると条件 1、条件 2 および条件 3 の場合のように所定の再生信号品質を満足できないことになる。これに対して、本発明では、条件 1 の参照テーブルで所定の再生信号品質を満足できない場合には、条件 2 の参照テーブルを使用するといったように、所定の再生信号品質を満足できるところまで参照テーブルの分類を細かく設定し直していくことができる。

【0071】

なお、所定の再生信号品質は必ずしも 6.5 % 以下のジッタに限らない。ここで、所定の再生信号品質とは、光ディスク装置 1 によって再生信号の誤り訂正が可能なレベルを表すものであり、光ディスク装置 1 および光ディスク 2 の量産等によるばらつきに対する余裕を確保できる再生信号品質であればよい。例えば、所定の再生信号品質を 7 % 以下のジッタとした場合は、図 1 2 から明らかなように、条件 2、3 および 4 が所定の再生信号品質を満足する条件となる。

【0072】

次に、本発明における作用効果について図15を用いて説明を行う。図15は、終端パルスの立下り位置 $dTlp$ の記録パラメータとして、図8の参照テーブル（4Tと5T以上の記録マーク長に対して記録パルスパラメータを2つに分類したもの）を使用し、4Tの $dTlp$ の位置に対して、5T以上の $dTlp$ の位置を時間軸方向に対して相対的に前方向（時間の進行方向に対して逆方向）に変化させた場合の、 $dTlp$ の相対位置と記録マークの再生信号のジッタとの相関関係を示す図である。つまり、図4および図5では、時間の進行方向は図中の左から右の方向であるため、5T以上の $dTlp$ の位置を左側に変化させることになる。なお、 $dTlp$ の値は、各記録マーク長に対応する記録情報の立下り位置を基準とした時間で設定されている。ここでのクロック間隔 $T$ は約 $3.8\text{ ns}$ で、 $T/16$ 単位で $dTlp$ の位置をずらした（動かした）ものとする。図15に示すように、4Tの $dTlp$ の位置に対して5T以上の $dTlp$ の位置を、各記録情報の立下り位置を基準として時間軸方向の前方向（時間の進行方向に対して逆方向）に相対的に動かすにつれて、一旦ジッタが良好になった後、やがて悪化していく（詳しくは、相対位置“ $-3$ ”まではジッタが徐々に良好になっていき、相対位置“ $-3$ ”以降でジッタが徐々に悪化していく）ことがわかる。なお、 $dTlp$ を変化させる際、終端パルス幅 $Tlp$ の値は変化させない。よって、 $dTlp$ を変化させると、先頭パルス幅 $Ttop$ の立下り位置に、 $Tlp$ の立上り位置が近づいていくことになる。このとき、5T以上の $dTlp$ は、 $Ttop$ の立下り位置と $Tlp$ の立上り位置が重ならない位置まで、時間の進行方向と逆方向に変化させることができる。

#### 【0073】

なお、上述のジッタの変化は以下の理由による。まず、記録マーク長が長くなるにつれて、先頭パルスと終端パルスとの間の中間期間が長くなる。そのため、記録マークの後エッジに熱の蓄積が大きくなっていく。したがって、5T以上、つまり、長い記録マーク長の $dTlp$ の位置を前方向に移動させることで、中間期間を短くして後エッジの熱の蓄積を軽減することにより、中間期間を短くしない場合よりも、ジッタが良好になる。しかし、 $dTlp$ の位置を前方向に大きく動かすと、中間期間が短くなりすぎて、記録マークの後エッジを形成するための熱が不足して、ジッタが悪化していくことになる。図15に示した結果より、4Tの $dTlp$ を基準とした、5T以上の $dTlp$ の相対位置は、 $-T/16$ から $-5T/16$ の間（ここでは、時間軸方向に対して後ろ方向（時間の進行方向）を+として表現）であれば、ジッタは7.0%以下になり、良好になるといえる。

#### 【0074】

以上のように、記録マークの少なくとも後エッジの熱を制御するための記録パラメータに対して定義した参照テーブルを持ち、前記参照テーブルは、前記記録情報のうち少なくともマーク長に応じて分類され、かつ、所定マーク長以上は同じ分類となっており、前記参照テーブルに基づき設定した試し記録パラメータにより試し記録を行い、試し記録を再生し、所定の再生信号品質を満足しない場合は、前記所定マーク長以上の参照テーブルをマーク長によって更に細かく分類し直して、試し記録を行い、試し記録を再生し、所定の再生信号品質を満足する参照テーブルを決定する。これにより、使用する記録パラメータの数をできるだけ少なくし、記録マークを形成し終わる地点である後エッジの熱を制御することにより蓄積した熱の影響を補償して、良好な再生信号品質が得られる（所定の再生信号品質を満足する）記録マークを形成することができる。

#### 【0075】

なお、記録マークの後エッジは記録マークの前エッジなどの他の領域よりも熱の影響を受けやすいので、所定の記録マーク長以上の記録マークを形成する場合には、後エッジの熱を制御するだけで所定の再生信号品質を得られる記録マークを形成することが可能である。従って、少なくとも後エッジの熱を制御するための記録パラメータを本発明によって設定するだけで、より確実に良好な再生信号品質が得られる記録マークを形成することが可能になる。

#### 【0076】

また、予め固定された参照テーブルを用いる構成では、時間経過に伴って光ディスク2

10

20

30

40

50

のトラックの記録条件が変化した場合、トラックの記録条件の変化に応じて参照テーブルをこまめに変更することができないので、トラックの記録条件が変化によって良好な再生信号品質が得られる（所定の再生信号品質を満足する）記録マークを形成できなくなるおそれがある。これに対して、本発明では、試し記録の結果に応じて参照テーブルの分類を設定し直す構成になっているので、時間経過に伴って光ディスク 2 のトラックの記録条件が変化した場合でも、トラックの記録条件の変化に応じて参照テーブルの分類を設定し直すことができる。従って、時間経過に伴ってトラックの記録条件が変化した場合でも良好な再生信号品質が得られる（所定の再生信号品質を満足する）記録マークを形成することができる。

#### 【0077】

10

なお、設定した記録パラメータの参照テーブルを光ディスク 2 の設定用領域 4 1 に記録し、次以降に記録パラメータを設定するために、設定用領域 4 1 に記録した当該参照テーブルを光ディスク装置 1 が読み出して使用する構成であってもよい。例えば、終端パルスの立下り位置  $dTlp$  について決定した記録パラメータの参照テーブルが図 10 の場合、光ディスク 2 の設定用領域 4 1 に、この情報を記録する。これにより、光ディスク装置 1 は、次以降に記録パラメータ  $dTlp$  を設定するために、図 10 の参照テーブルの情報を設定用領域 4 1 から読み出して使用することができる。

#### 【0078】

また、以上の構成によれば、予め試し記録を行うことによって設定した記録パラメータの参照テーブルを、新たな記録時の試し記録パラメータに利用することができるので、記録パラメータの決定までに試し記録を繰り返す回数を減らすことが可能になる。また、設定した記録パラメータの参照テーブルを光ディスク 2 の設定用領域 4 1 に記録するため、メモリ等の記憶装置を新たに設ける必要がなくなる。

20

#### 【0079】

なお、本実施の形態では、記録パラメータを参照テーブルといったテーブルの形にして用いているが、必ずしもこれに限らず、記録パラメータの集合を格納部に格納していてもよい。

#### 【0080】

また、本実施の形態では、参照テーブルの分類の仕方として、短いマーク長から段階的に分類していったが、必ずしもこれに限らない。ただし、記録マーク長が短いほど、ユーザ領域 4 2 に記録するデータの中に発生する頻度が多くなる。なお、試し記録では、ユーザ領域 4 2 に記録するデータをそのまま用いる必要はなく、ランダムなデータを使用することで、記録マーク長から段階的に記録マーク長を分類していく場合に良好な再生信号品質を得やすくなるという利点がある。また、短い記録マーク長から段階的に記録マーク長を分類していくと、所定の再生信号品質を満足できる最小限の分類数にとどめることが可能になるので、参照テーブルの記録パラメータ数を所定の再生信号品質を満足できる最小限の数に設定することが容易になる利点がある。

30

#### 【0081】

なお、本実施の形態では、参照テーブルで分類する記録情報として記録マーク長を用いたが、必ずしもこれに限らない。例えば記録マーク長とスペース長とを記録情報として参照テーブルで分類してもよい。この場合、記録マーク長の分類のみを変化させ、スペース長に対する分類に変更を行わないことによって、本実施の形態と同様に記録パラメータ数を抑えることができる。

40

#### 【0082】

また、本実施の形態では、参照テーブルの例として、終端パルスの立下り位置  $dTlp$  を用いて説明を行ったが、終端パルスの幅を表す  $Tlp$  または冷却期間の終了する冷却終了位置  $dTe$  による参照テーブルを用いたとしても、記録マークの後エッジの熱を制御できるため、同様の効果を得ることができる。また、記録マーク長が  $4T$  以上の場合に先頭パルスと終端パルスとの 2 つのパルスが生じるような図 5 に示したパルス列の他にも、中間パワー  $Pm$  と記録パワー  $Pw$  とを同じにすることにより、記録マークを一つの記録パル

50



スにて構成する図 1 3 に示すパルス列、終端パルスの記録パワー  $P_w$  と中間パワー  $P_m$  とを同じにする構成の図 1 4 に示すパルス列などもある。図 1 3 および図 1 4 の場合には、終端パルスの幅を表す  $T_{lp}$  が存在しないので、図 1 3 および図 1 4 に示す終端パルスの立下り位置  $dT_{lp}$  を利用すればよい。つまり、図 1 3 および図 1 4 に示すようなパルス列を生じる記録媒体を用いる場合には、終端パルスの立下り位置  $dT_{lp}$  による参照テーブルを用いればよい。このとき、図 1 3 では、 $dT_{lp}$  を変化させる際、 $dT_{top}$  の位置と  $dT_{lp}$  の位置とが重ならない位置まで、時間の進行方向と逆方向に変化させることができる。また、図 1 4 では、 $dT_{lp}$  を変化させる際、 $T_{top}$  の立下り位置と  $dT_{lp}$  の位置とが重ならない位置まで、時間の進行方向と逆方向に変化させることができる。

#### 【0083】

10

なお、本実施の形態では、前エッジの熱を制御するための記録パラメータとして先頭立上り位置  $dT_{top}$  を用いたが、必ずしもこれに限らず、先頭パルスの幅  $T_{top}$  を記録パラメータとして用いてもよい。

#### 【0084】

また、本実施の形態では、前エッジの熱を制御するための記録パラメータを試し記録によって再設定しない構成になっているが、必ずしもこれに限らない。例えば、後エッジの熱を制御するための記録パラメータに加えて、前エッジの熱を制御するための記録パラメータを試し記録によって再設定する構成であってもよい。この場合には、後エッジの熱を制御するための記録パラメータを再設定するのと同様にして前エッジの熱を制御するための記録パラメータの再設定を行えばよい。

20

#### 【0085】

また、本実施の形態では、前エッジの熱を制御するための記録パラメータ群を、所定記録マーク長以上は同一の分類にする工程（第 1 の工程）と、後エッジの熱を制御するための記録パラメータ群を、上記記録情報のうちの少なくとも記録マーク長に応じて分類するとともに、上記所定記録マーク長以上では、上記前エッジの熱を制御するための記録パラメータよりも更に細かく分類する工程（第 2 の工程）の両工程を記録パラメータ設定部 21 内で行っているが、各工程（第 1 および第 2 の工程）のそれぞれに対応する別々の手段で行う構成であってもよい。

#### 【0086】

なお、本実施の形態では、最初に試し記録に用いる参照テーブルにおいて、記録マーク長が 4 T 以上を同じ分類にしているが、必ずしもこれに限らず、所定記録マーク長以上であればあらゆる正の整数値をとってもよい。ここで言うところの所定記録マーク長以上とは、記録マークの前エッジでの蓄熱の影響を後エッジが受けないと見込まれる、すなわち、後エッジの記録パラメータが前エッジの記録パラメータと独立に制御できると見込まれる記録マーク長以上の記録マーク長であって、情報記録媒体（本実施の形態では、光ディスク 2）の種類に応じて任意に設定されるものである。

30

#### 【0087】

また、本実施の形態では、試し記録の再生信号品質の評価にジッタを用いた場合を例に説明を行ったが、必ずしもこれに限らない。例えば、他にもエラーレートなどを再生信号品質の評価に用いてもよく、試し記録の再生信号品質の評価に用いる指標であれば何を用いてもよい。

40

#### 【0088】

なお、本実施の形態では、 $d = 1$  のランレングス制限符号として (1, 7) RLL コードを用いたが、必ずしもこれに限らず、他の変調方式および他のコードを用いてもよい。

#### 【0089】

また、本実施の形態では、光変調記録の光ディスク装置 1 を用いているが、これに限らず、光磁界変調記録の光ディスク装置でも同様に用いることができる。さらに、本実施の形態においては、記録再生装置の一例として光ディスク装置 1 を用いているが、必ずしもこれに限らない。例えば、情報記録媒体上を加熱することによって該情報記録媒体の物理特性を変化させて情報を記録する装置であればよく、磁気記録装置、光磁気ディスク装置

50

などでも光ディスク装置 1 と同様に用いることができる。

【0090】

なお、本発明は、上述した各実施形態に限定されるものではなく、請求項に示した範囲で種々の変更が可能であり、異なる実施形態にそれぞれ開示された技術的手段を適宜組み合わせて得られる実施形態についても本発明の技術的範囲に含まれる。

【0091】

なお、本発明は、記録情報に応じて情報記録媒体に記録マークを形成するための記録パラメータの設定を行う記録パラメータ設定装置であって、上記記録情報のうちの少なくとも記録マーク長に応じて分類されているとともに、所定記録マーク長以上は同一の分類にされている、上記記録マークのうちの少なくとも上記記録マークを形成し終わる領域である後エッジの熱を制御するための記録パラメータ群を格納した格納部に対して上記記録情報に基づいて照会を行って、試し記録を行うための試し記録パラメータを設定する試し記録パラメータ設定手段と、上記試し記録パラメータに従って行われる試し記録を再生して得られる再生信号が、所定の再生信号品質を満足しない場合には、上記記録パラメータ群の所定記録マーク長以上の分類を更に細かく分類し直して再度試し記録を行わせ、当該再生信号が所定の再生信号品質を満足する場合は、試し記録パラメータを上記記録パラメータとして設定する再生信号品質判定手段とを備える記録パラメータ設定装置としても表現できる。

【0092】

上記の発明によれば、記録マークの少なくとも後エッジの熱を制御するための記録パラメータ群が、所定記録マーク長以上は同一の分類にされているので、上記記録パラメータ群をすべての記録マーク長ごとに異なる分類にする場合よりも全体の記録パラメータの数を減らすことができる。

【0093】

なお、上記分類とは、記録マーク長に従ったまとまりであって、具体的には、1つのくりにまとめられた記録マーク長に対応する記録パラメータに対して共通の値、または共通の変化量が与えられていることを言う。

【0094】

また、上記の発明では、試し記録のための試し記録パラメータを、記録情報に基づいて試し記録パラメータ設定手段で設定し、上記試し記録パラメータに従って行われる試し記録を再生して得られる再生信号が再生信号品質判定手段で所定の再生信号品質を満足するかどうかを判定する構成になっている。再生信号品質判定手段では、再生信号が所定の再生信号品質を満足しない場合には、上記記録パラメータ群の所定記録マーク長以上の分類を記録マーク長によって更に細かく分類し直して再度試し記録を行わせ、当該再生信号が所定の再生信号品質を満足する場合は、試し記録パラメータを上記記録パラメータとして設定するので、上記記録パラメータ群の分類数を増やしながらか所定の再生信号品質を満足する記録パラメータを決定していくことになる。従って、所定の再生信号品質を満足する記録パラメータが決定したときの記録パラメータ群の分類数をより少なく抑えることが可能になる。さらに、記録マークの他の領域よりも熱の影響を受けやすい後エッジの熱を制御するための記録パラメータを、所定の再生信号品質を満足するように決定することになるので、後エッジに蓄積した熱の影響を補償して、良好な再生信号品質が得られる記録マークを形成することが可能になる。

【0095】

その結果、使用する記録パラメータの数を抑えながらも、より確実に良好な再生信号品質が得られる記録マークを形成することが可能になる。

【0096】

なお、上記記録パラメータ設定装置における各手段を、プログラムによりコンピュータ上で実行させることができる。さらに、上記プログラムをコンピュータ読取り可能な記録媒体に記憶させることにより、任意のコンピュータ上で上記プログラムを実行させることができる。

## 【0097】

また、上記構成の記録パラメータ設定装置では、前記再生信号品質判定手段は、前記再生信号が所定の再生信号品質を満足しない場合には、前記記録パラメータ群の所定記録マーク長以上の分類を、所定記録マーク長とそれ以外の記録マーク長とに分類し直すことが好ましい。

## 【0098】

これにより、記録パラメータ群の分類数を1つずつ段階的に増やしながら所定の再生信号品質を満足する記録パラメータを決定していくことになる。よって、所定の再生信号品質を満足する記録パラメータが決定したときの記録パラメータ群の分類数が、より確実に所定の再生信号品質を満足する記録パラメータが得られる記録パラメータ群の分類数のうちの最小値になる。従って、使用する記録パラメータの数を最小値に抑えながらも、より確実に良好な再生信号品質が得られる記録マークを形成することが可能になる。

## 【0099】

また、上記構成の記録パラメータ設定装置では、前記記録パラメータは、前記記録マークのパルス列の終端立下り位置であることが好ましい。

## 【0100】

これにより、記録マークのパルス列の終端立下り位置を記録パラメータとして、使用する記録パラメータの数を抑えながらも、より確実に良好な再生信号品質が得られる記録マークを形成することが可能になる。

## 【0101】

また、上記構成の記録パラメータ設定装置では、前記記録パラメータは、前記記録マークのパルス列の終端パルスの幅であることが好ましい。

## 【0102】

これにより、記録マークのパルス列の終端パルスの幅を記録パラメータとして、使用する記録パラメータの数を抑えながらも、より確実に良好な再生信号品質が得られる記録マークを形成することが可能になる。

## 【0103】

また、本発明は、記録情報に応じて情報記録媒体に記録マークを形成するための記録パラメータの設定を行う記録パラメータ設定装置であって、上記記録情報のうちの少なくとも記録マーク長に応じて分類されているとともに、所定記録マーク長以上は同一の分類にされている、上記記録マークのうちの前エッジの熱を制御するための記録パラメータ群と、上記記録情報のうちの少なくとも記録マーク長に応じて分類されているとともに、上記所定記録マーク長以上では、上記前エッジの熱を制御するための記録パラメータよりも更に細かく分類されている、上記記録マークのうちの後エッジの熱を制御するための記録パラメータ群とから上記記録パラメータがなっている記録パラメータ設定装置としても表現できる。

## 【0104】

これにより、記録マークの前エッジの熱を制御するための記録パラメータ群と比較して、記録マークの後エッジの熱を制御するための記録パラメータ群を細かく分類することができ、前エッジの熱を制御するための記録パラメータ群と後エッジの熱を制御するための記録パラメータ群との両方の分類の数を増やすよりも、全体の記録パラメータの数を少なく抑えることができる。また、記録マークの後エッジは記録マークの他の領域よりも熱の影響を受けやすいので、後エッジの熱を制御するための記録パラメータ群をより細かく分類することによって、記録マークを形成し終わる地点である後エッジの熱をより厳密に制御でき、蓄積した熱の影響を補償して良好な再生品質が得られる記録マークを形成することが可能になる。

## 【0105】

その結果、使用する記録パラメータの数を抑えながらも、より確実に良好な再生信号品質が得られる記録マークを形成することが可能になる。

## 【0106】

また、上記構成の記録パラメータ設定装置において、前記記録マークのうちの後エッジの熱を制御するための記録パラメータは、上記記録マークのパルス列の終端立下り位置であることが好ましい。

【0107】

これにより、記録マークのパルス列の終端立下り位置を後エッジの熱を制御するための記録パラメータとして、使用する記録パラメータの数を抑えながらも、より確実に良好な再生信号品質が得られる記録マークを形成することが可能になる。

【0108】

また、上記構成の記録パラメータ設定装置では、前記記録マークのうちの後エッジの熱を制御するための記録パラメータは、上記記録マークのパルス列の終端パルスの幅であることが好ましい。 10

【0109】

これにより、記録マークのパルス列の終端パルスの幅を後エッジの熱を制御するための記録パラメータとして、使用する記録パラメータの数を抑えながらも、より確実に良好な再生信号品質が得られる記録マークを形成することが可能になる。

【0110】

また、上記構成の記録パラメータ設定装置では、前記記録マークのうちの後エッジの熱を制御するための記録パラメータは、上記記録マークのパルス列の冷却期間の終了する冷却終了位置であることが好ましい。

【0111】

これにより、記録マークのパルス列の冷却期間の終了する冷却終了位置を後エッジの熱を制御するための記録パラメータとして、使用する記録パラメータの数を抑えながらも、より確実に良好な再生信号品質が得られる記録マークを形成することが可能になる。 20

【0112】

また、上記構成の記録パラメータ設定装置では、前記記録マークのうちの前エッジの熱を制御するための記録パラメータは、上記記録マークのパルス列の先頭立上り位置であることが好ましい。

【0113】

これにより、記録マークのパルス列の先頭立上り位置を後エッジの熱を制御するための記録パラメータとして、使用する記録パラメータの数を抑えながらも、より確実に良好な再生信号品質が得られる記録マークを形成することが可能になる。 30

【0114】

また、上記構成の記録パラメータ設定装置では、前記記録マークのうちの前エッジの熱を制御するための記録パラメータは、上記記録マークのパルス列の先頭パルスの幅であることが好ましい。

【0115】

これにより、記録マークのパルス列の先頭パルスの幅を前エッジの熱を制御するための記録パラメータとして、使用する記録パラメータの数を抑えながらも、より確実に良好な再生信号品質が得られる記録マークを形成することが可能になる。

【0116】

また、上記構成の記録パラメータ設定装置は、前記記録マークのうちの後エッジの熱を制御するための記録パラメータ群の所定記録マーク長以上の分類を、当該所定記録マーク長と当該所定記録マーク長以外の記録マーク長とに分類していることが好ましい。 40

【0117】

これにより、記録マークの前エッジの熱を制御するための記録パラメータ群の分類数よりも記録マークの後エッジの熱を制御するための記録パラメータ群の分類数を1つだけ細かくして分類することになる。従って、使用する記録パラメータの数を最低限に抑えながら、より確実に良好な再生信号品質が得られる記録マークを形成することが可能になる。

【0118】

また、上記構成の記録パラメータ設定装置では、前記記録マークのうちの後エッジの熱 50

を制御するための記録パラメータ群の所定記録マーク長以上の分類を、当該所定記録マーク長と当該所定記録マーク長以外の記録マーク長とに分類し、当該所定記録マーク長以外の記録マーク長の記録パラメータを、当該所定記録マーク長の記録パラメータに対して、異なった値に設定することが好ましい。

【0119】

これにより、所定記録マーク長以外の記録マーク長の記録パラメータを、所定記録マーク長の記録パラメータに対して異なった値に設定するので、ジッタを悪化させるほど所定記録マーク長以外の記録マーク長が長くなった場合にも、所定記録マーク長以外の記録マーク長の記録パラメータを、所定記録マーク長の記録パラメータから独立して、後エッジの熱の蓄積を軽減するように設定することが可能になる。従って、使用する記録パラメータの数を最低限に抑えながら、より確実に良好な再生信号品質が得られる記録マークを形成することが可能になる。

【0120】

また、上記構成の記録パラメータ設定装置では、前記記録マークのうちの後エッジの熱を制御するための記録パラメータは、上記記録マークのパルス列の終端立下り位置であるとともに、前記所定記録マーク長以外の記録マーク長のパルス列の終端立下り位置を、前記所定記録マーク長のパルス列の終端立下り位置に対して、各記録マーク長に対応する記録情報の立下り位置を基準として、時間軸方向の時間の進行方向に対して逆方向に、相対的にずらして設定することが好ましい。

【0121】

これにより、記録マーク長が長くなるにつれて先頭パルスと終端パルスとの間の中間期間が長くなることによって増大する記録マークの後エッジの熱の蓄積を軽減することが可能になる。すなわち、所定記録マーク長よりも長い所定記録マーク長以外の記録マーク長のパルス列の終端立下り位置を時間軸方向の時間の進行方向に対して逆方向に、相対的にずらすことによって、中間期間を短くして後エッジの熱の蓄積を軽減することが可能になり、ジッタを良好にすることが可能になる。

【0122】

また、上記構成の記録パラメータ設定装置では、前記所定記録マーク長は、4 T以上であることが好ましい。

【0123】

これにより、記録マークの前エッジでの蓄熱の影響を後エッジが受けないと見込まれる、すなわち、後エッジの記録パラメータが前エッジの記録パラメータと独立に制御できると見込まれる記録マーク長以上の記録マーク長に対して、後エッジの熱の蓄積を軽減するように設定することが可能になる。従って、使用する記録パラメータの数を最低限に抑えながら、より確実に良好な再生信号品質が得られる記録マークを形成することが可能になる。

【0124】

また、本発明は、前記のいずれかの記録パラメータ設定装置で設定した記録パラメータを所定領域に記録している情報記録媒体としても表現できる。

【0125】

上記の情報記録媒体によれば、使用する記録パラメータの数を抑えながらも、より確実に良好な再生信号品質が得られる記録マークを形成することが可能になる。

【0126】

また、本発明は、記録情報に応じて記録マークを形成するための記録パラメータが所定領域に記録された情報記録媒体であって、上記記録パラメータは、上記記録情報のうちの少なくとも記録マーク長に応じて分類されているとともに、所定記録マーク長以上では同一に分類されている上記記録マークのうちの前エッジの熱を制御するための記録パラメータ群と、上記記録情報のうちの少なくとも記録マーク長に応じて分類されているとともに、上記所定記録マーク長よりも長い記録マーク長では同一に分類されている上記記録マークのうちの後エッジの熱を制御するための記録パラメータ群と、を含む情報記録媒体とし

ても表現できる。

【0127】

上記の情報記録媒体によれば、記録マークの少なくとも前エッジの熱を制御するための記録パラメータ群が所定記録マーク長以上は同一の分類にされているとともに、後エッジの熱を制御するための記録パラメータ群が所定記録マーク長よりも長い記録マーク長では同一の分類にされているので、上記記録パラメータ群をすべての記録マーク長ごとに異なる分類にする場合よりも全体の記録パラメータの数を減らすことができる。

【0128】

また、記録マークの前エッジの熱を制御するための記録パラメータ群と比較して、記録マークの後エッジの熱を制御するための記録パラメータ群をより細かく分類することが可能になるので、前エッジの熱を制御するための記録パラメータ群と後エッジの熱を制御するための記録パラメータ群との両方の分類の数を増やすよりも、全体の記録パラメータの数を少なく抑えることができる。

【0129】

その結果、使用する記録パラメータの数を抑えながらも、より確実に良好な再生信号品質が得られる記録マークを形成することが可能になる。

【0130】

また、本発明は、情報記録媒体に対して記録再生を行う光ピックアップと、前記のいずれかの記録パラメータ設定装置とを含む記録再生装置としても表現できる。

【0131】

上記の記録再生装置によれば、使用する記録パラメータの数を抑えながらも、より確実に良好な再生信号品質が得られる記録マークを形成することが可能になる。

【0132】

本発明は、記録情報に応じて情報記録媒体に記録マークを形成するための記録パラメータの設定を行う記録パラメータ設定方法であって、上記記録情報のうちの少なくとも記録マーク長に応じて分類されているとともに、所定記録マーク長以上は同一の分類にされている、上記記録マークのうちの少なくとも上記記録マークを形成し終わる領域である後エッジの熱を制御するための記録パラメータ群を格納した格納部に対して上記記録情報に基づいて照会を行って、試し記録を行うための試し記録パラメータを設定する試し記録パラメータ設定工程と、上記試し記録パラメータに従って行われる試し記録を再生して得られる再生信号が、所定の再生信号品質を満足しない場合には、上記記録パラメータ群の所定記録マーク長以上の分類を更に細かく分類し直して再度試し記録を行わせ、当該再生信号が所定の再生信号品質を満足する場合は、試し記録パラメータを上記記録パラメータとして設定する再生信号品質判定工程とを含む記録パラメータ設定方法としても表現できる。

【0133】

上記の記録パラメータ設定方法によれば、使用する記録パラメータの数を抑えながらも、より確実に良好な再生信号品質が得られる記録マークを形成することが可能になる。

【0134】

また、本発明は、記録情報に応じて情報記録媒体に記録マークを形成するための記録パラメータの設定を行う記録パラメータ設定方法であって、上記記録マークのうちの前エッジの熱を制御するための記録パラメータ群を、上記記録情報のうちの少なくとも記録マーク長に応じて分類するとともに、所定記録マーク長以上は同一の分類にする第1記録パラメータ群分類工程と、上記記録マークのうちの後エッジの熱を制御するための記録パラメータ群を、上記記録情報のうちの少なくとも記録マーク長に応じて分類するとともに、上記所定記録マーク長以上では、上記前エッジの熱を制御するための記録パラメータよりも更に細かく分類する第2記録パラメータ群分類工程とを含む記録パラメータ設定方法としても表現できる。

【0135】

上記の記録パラメータ設定方法によれば、使用する記録パラメータの数を抑えながらも、より確実に良好な再生信号品質が得られる記録マークを形成することが可能になる。

## 【0136】

最後に、上記実施形態の記録パラメータ設定部21の各部や各処理ステップは、CPUなどの演算手段が、ROM (Read Only Memory) やRAMなどの記憶手段に記憶されたプログラムを実行し、キーボードなどの入力手段、ディスプレイなどの出力手段、あるいは、インターフェース回路などの通信手段を制御することにより実現することができる。したがって、これらの手段を有するコンピュータが、上記プログラムを記録した記録媒体を読み取り、当該プログラムを実行するだけで、本実施形態の記録パラメータ設定部21の各種機能および各種処理を実現することができる。また、上記プログラムをリムーバブルな記録媒体に記録することにより、任意のコンピュータ上で上記の各種機能および各種処理を実現することができる。

10

## 【0137】

この記録媒体としては、マイクロコンピュータで処理を行うために図示しないメモリ、例えばROMのようなものがプログラムメディアであっても良いし、また、図示していないが外部記憶装置としてプログラム読取り装置が設けられ、そこに記録媒体を挿入することにより読取り可能なプログラムメディアであっても良い。

## 【0138】

また、何れの場合でも、格納されているプログラムは、マイクロプロセッサがアクセスして実行される構成であることが好ましい。さらに、プログラムを読み出し、読み出されたプログラムは、マイクロコンピュータのプログラム記憶エリアにダウンロードされて、そのプログラムが実行される方式であることが好ましい。なお、このダウンロード用のプログラムは予め本体装置に格納されているものとする。

20

## 【0139】

また、上記プログラムメディアとしては、本体と分離可能に構成される記録媒体であり、磁気テープやカセットテープ等のテープ系、フレキシブルディスクやハードディスク等の磁気ディスクやCD/MO/MD/DVD等のディスクのディスク系、ICカード（メモリカードを含む）等のカード系、あるいはマスクROM、EPROM (Erasable Programmable Read Only Memory)、EEPROM (Electrically Erasable Programmable Read Only Memory)、フラッシュROM等による半導体メモリを含めた固定的にプログラムを担持する記録媒体等がある。

## 【0140】

また、インターネットを含む通信ネットワークを接続可能なシステム構成であれば、通信ネットワークからプログラムをダウンロードするように流動的にプログラムを担持する記録媒体であることが好ましい。

30

## 【0141】

さらに、このように通信ネットワークからプログラムをダウンロードする場合には、そのダウンロード用のプログラムは予め本体装置に格納しておくか、あるいは別な記録媒体からインストールされるものであることが好ましい。

## 【産業上の利用可能性】

## 【0142】

以上のように、本発明は、使用する記録パラメータの数を抑えながらも、より確実に良好な再生信号品質が得られる記録マークを形成することを可能にする。したがって、本発明は、光ディスク、光磁気ディスクなどの情報記録媒体を利用する産業分野、特に高速記録が可能な情報記録媒体を利用する産業分野に好適に用いることができる。

40

## 【図面の簡単な説明】

## 【0143】

【図1】本発明における光ディスク装置の制御部の実施の一形態を示す機能ブロック図である。

【図2】上記光ディスク装置の実施の一形態を示すブロック図である。

【図3】上記光ディスク装置によって情報が記録される光ディスクを示す斜視図である。

【図4】記録情報に対応するパルス列の設定を説明するタイミングチャートである。

50

【図5】 2 Tマーク長から9 Tマーク長の記録マークを形成するためのパルス列および記録パルスパラメータを説明するタイミングチャートである。

【図6】 本発明における記録パラメータの設定動作の動作フローを説明するフローチャートである。

【図7】 本発明における参照テーブルの実施の一形態を示す図である。

【図8】 本発明における参照テーブルの実施の一形態を示す図である。

【図9】 本発明における参照テーブルの実施の一形態を示す図である。

【図10】 本発明における参照テーブルの実施の一形態を示す図である。

【図11】 本発明における参照テーブルの実施の一形態を示す図である。

【図12】 記録パラメータの条件に対するジッタの変化を示す図である。

10

【図13】 2 Tマーク長から9 Tマーク長の記録マークを形成するためのパルス列および記録パルスパラメータの一例を説明するタイミングチャートである。

【図14】 2 Tマーク長から9 Tマーク長の記録マークを形成するためのパルス列および記録パルスパラメータの一例を説明するタイミングチャートである。

【図15】 本発明における記録パラメータの条件に対するジッタの変化を示す図である。

【図16】 (a) および (b) は、本発明における光ディスクに記録された参照テーブルの一例を示す図である。

【図17】 従来技術に係る参照テーブルを示す図である。

【図18】 従来技術に係る参照テーブルを示す図である。

【符号の説明】

20

【0144】

1 光ディスク装置 (記録再生装置)

2 光ディスク (情報記録媒体)

3 格納部

10 記録再生回路群

11 光ヘッド (光ピックアップ)

12 ピックアップ

13 ピックアップ駆動回路

14 レーザ駆動回路

15 再生回路

30

20 制御部

21 記録パラメータ設定部 (記録パラメータ設定装置)

22 記録情報取得部

23 試し記録パラメータ設定部 (試し記録パラメータ設定手段)

24 試し記録指示部

25 再生信号取得部

26 再生信号品質判定部 (再生信号品質判定手段)

27 記録指示部

41 設定用領域

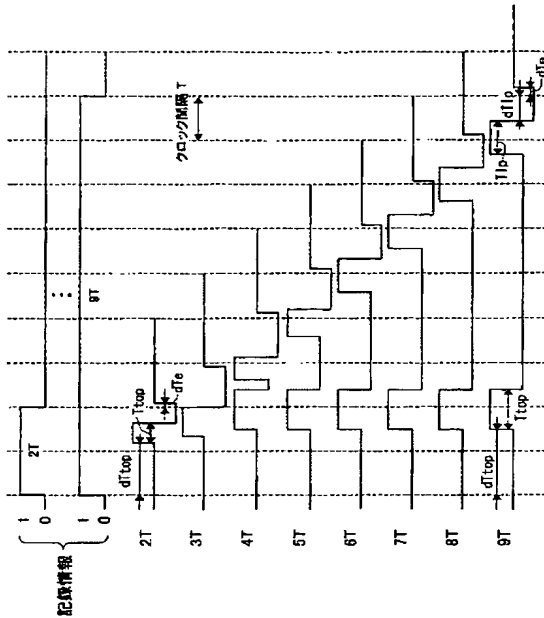
42 ユーザ領域

40

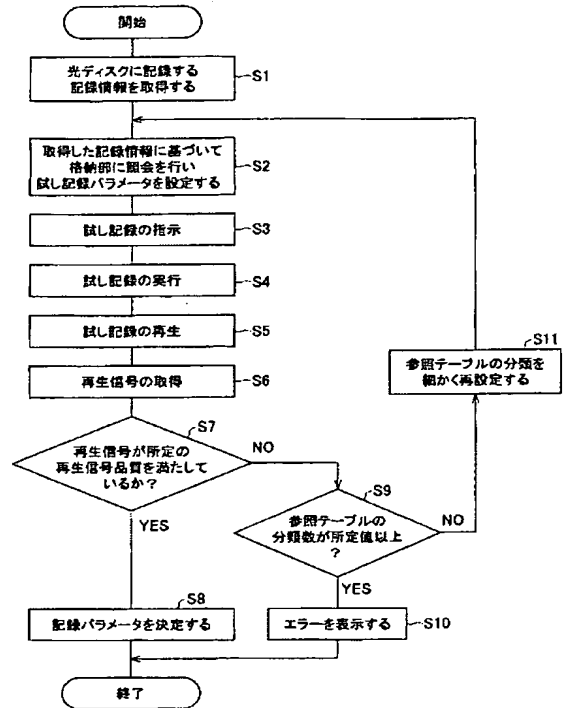




【図 5】



【図 6】



【図 7】

記録マーク長	dTlp
	4T以上
	b4

【図 8】

記録マーク長	dTlp
	4T 5T以上
	b4 b5

【図 9】

記録マーク長	dTlp
	4T 5T 6T以上
	b4 b5 b6

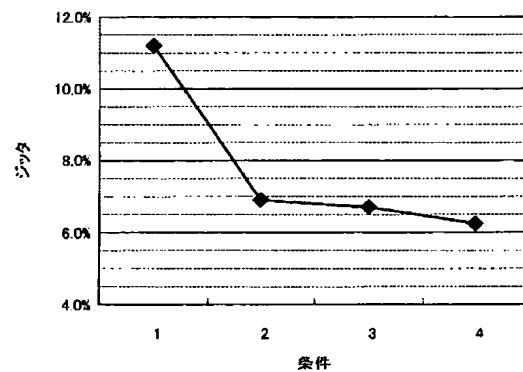
【図 10】

記録マーク長	dTlp
	4T 5T 6T 7T以上
	b4 b5 b6 b7

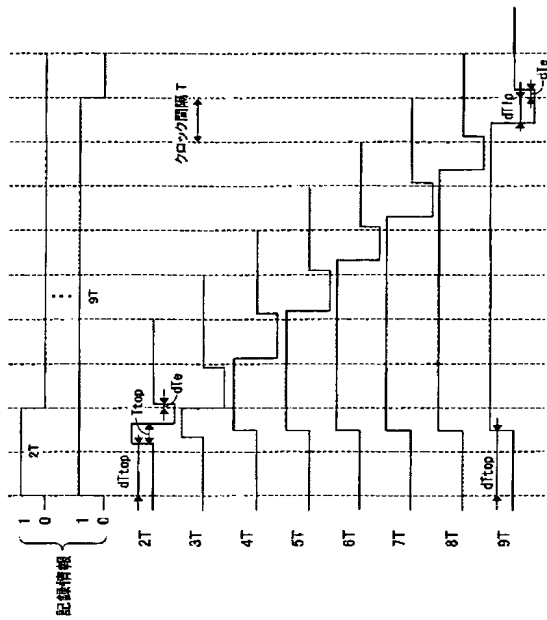
【図 11】

記録マーク長	dTtop
	2T 3T 4T以上
	c2 c3 c4

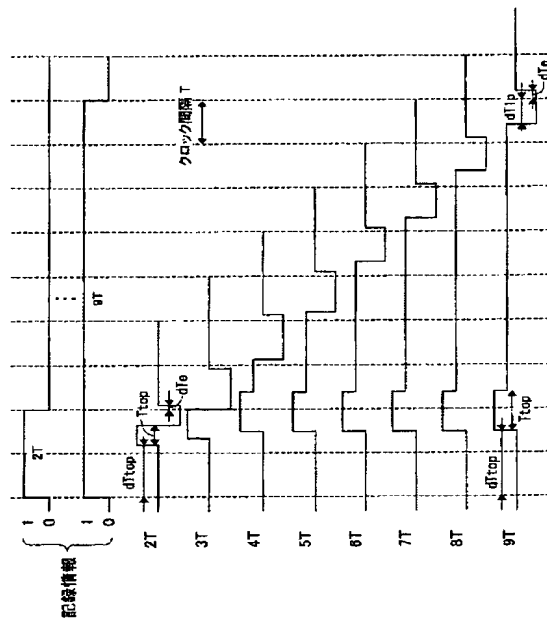
【図 12】



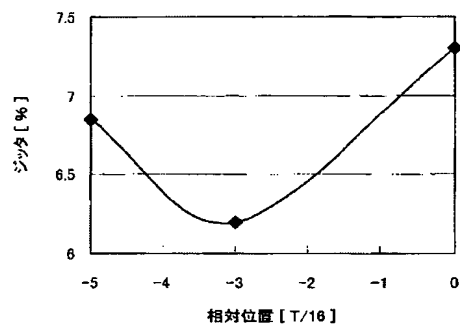
【図 13】



【図 14】



【図 15】



【図 16】

(a)

	記録マーク長		
	2T	3T	4T以上
dTtop	d4	d5	d6

(b)

	記録マーク長			
	2T	3T	4T	5T以上
dTlp	e4	e5	e6	e7

【図 17】

		記録マーク長		
		2T	3T	4T以上
前 ス ペ ー ス 長	2T	a22	a23	a24
	3T	a32	a33	a34
	4T	a42	a43	a44
	5T以上	a52	a53	a54

【図 18】

		記録マーク長	
		3T	4T以上
後 ス ペ ー ス 長	2T	a23	a24
	3T	a33	a34
	4T	a43	a44
	5T以上	a53	a54

---

フロントページの続き

Fターム(参考) 5D090 AA01 CC01 CC14 DD03 DD05 EE02 JJ12 KK05  
5D789 AA23 BA01 DA01 EC09 HA19 HA20 HA47 HA60